

**Universidade de São Paulo  
Instituto de Matemática e Estatística**

**Centro de Estatística Aplicada**

**Relatório de Análise Estatística**

RAE-CEA-23P05

**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:**

**“COMO ESTARÁ O CUIDADO À SAÚDE DAS PESSOAS COM DOENÇAS QUE  
NECESSITAM DE REABILITAÇÃO NO BRASIL EM 2030?”**

**Caio Febronio Rodrigues**

**Chang Chiann**

**Dafne Coelho Santana**

**Maiara Borges Andrade**

**São Paulo, julho de 2023**

## **CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA – USP**

**TÍTULO:** Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Como estará o cuidado à saúde das pessoas com doenças que necessitam de reabilitação no Brasil em 2030?”.

**PESQUISADORA:** Profa. Dra. Ana Carolina Basso Schmitt

**INSTITUIÇÃO:** FMUSP – Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional

**FINALIDADE DO PROJETO:** Publicação

**RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE:** Caio Febronio Rodrigues

Chang Chiann

Dafne Coelho Santana

Maiara Borges Andrade

**REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:** RODRIGUES, C. F.; CHIANN, C.; SANTANA, D. C.; ANDRADE, M. B. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Como estará o cuidado à saúde das pessoas com doenças que necessitam de reabilitação no Brasil em 2030?”**. São Paulo, IME-USP, 2023. (RAE–CEA-23P05)

## FICHA TÉCNICA

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE. **A Atenção primária e as redes de Atenção à Saúde**. Brasília: CONASS, 2015.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Práticas em reabilitação na AB: o olhar para a funcionalidade na interação com o território**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília, 2017.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **O SUS de A a Z: garantindo saúde nos municípios** /Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Secretarias Municipais de Saúde. 3. ed., Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009.

CONOVER, W. J. (1980). **Practical Nonparametric Statistics**. 2nd edition. New York and Chichester: Wiley.

ENDERS, W. **Applied Econometric Times Series**. 4. ed. New York: Wiley, 2015.

HEALTHDATA, **GBD Results (2020)**. Disponível em: <<https://www.healthdata.org/data-visualization/gbd-results>>. Acessado em 17/05/2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO, **Portal Emprega Brasil**. Disponível em: <<https://empregabrasil.mte.gov.br/76/cbo/>>. Acesso em: 01/05/2023.

MORETTIN, P. A. e TOLOI, C. M. de C. (2006). **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, Segunda Edição, Volume 1.

BRASIL, PORTAL DA SECRETARIA DE ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE. **Notícia: Com investimento de R\$ 100 milhões, ação do Ministério da Saúde estimula atividade física em 5 mil municípios**, (2022). Disponível em: <<https://aps.saude.gov.br/noticia/17256>>. Acessado em 18/05/2023.

**PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:**

Excel 2016 for Windows

Word 2016 for Windows

RStudio for Windows, versão 4.2.

**TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS**

03:010 – Análise Descritiva Unidimensional

11:010 – Séries Temporais

**ÁREA DE APLICAÇÃO**

Outros (03:990)

## RESUMO

O Sistema Único de Saúde (SUS) foi estabelecido como uma rede descentralizada e regionalizada para lidar com a complexidade da sociedade brasileira. É essencial garantir a disponibilidade de serviços de reabilitação, pois eles contribuem para uma oferta abrangente de cuidados de saúde. O SUS é dividido entre os entes federativos e organizado em três níveis de atenção à saúde: primário, especializado e hospitalar. Para compreender completamente o papel dos profissionais de reabilitação, é importante entender como eles atuam em cada nível de atenção à saúde. Neste estudo, em resposta ao chamado da OMS para reabilitação, foram realizadas previsões até 2030 para as taxas de quatro categorias de profissionais de reabilitação: fisioterapeutas, psicólogos, fonoaudiólogos e terapeutas ocupacionais, nos três níveis de atenção à saúde. Além disso, foram feitas previsões para os níveis de atenção à saúde e para o crescimento de doenças e lesões, a fim de avaliar se a demanda por esses profissionais será atendida. As previsões foram obtidas utilizando a modelagem SARIMA e concluiu-se que todas as profissões têm uma tendência de crescimento em todos os níveis de atenção à saúde, com exceção das taxas de Fonoaudiólogos e Terapeutas Ocupacionais do Nível de Atenção Primária. A análise também mostrou que há indicação de que o crescimento de doenças e lesões tende a superar o crescimento de profissionais reabilitadores, mesmo com um aumento previsto para esses trabalhadores.

## **Sumário**

<b>1. Introdução</b>	<b>8</b>
<b>2. Objetivo</b>	<b>10</b>
<b>3. Descrição dos bancos de dados</b>	<b>10</b>
<b>4. Descrição das variáveis</b>	<b>14</b>
<b>5. Análise descritiva</b>	<b>15</b>
<b>6. Análise Inferencial</b>	<b>18</b>
<b>7. Conclusão</b>	<b>30</b>
<b>APÊNDICE A: Tabelas</b>	<b>31</b>
<b>APÊNDICE B: Figuras</b>	<b>34</b>
<b>APÊNDICE C: Modelos</b>	<b>61</b>

## 1. Introdução

No Brasil, depois da Constituição de 1989, a saúde passou a ser um direito social e disponibilizar serviços de saúde a toda a população se tornou um grande desafio para a gestão pública. Como o país é desigual tanto em termos socioeconômicos como geograficamente, o cumprimento do direito constitucional à saúde universalizado é uma atividade complexa que necessita de planejamento e organização. Diante dessa realidade, o Sistema Único de Saúde (SUS) foi estabelecido como uma rede descentralizada e regionalizada, que resulta em um sistema intrincado tanto no acesso aos cuidados de saúde quanto na oferta de profissionais. Portanto, é imprescindível formular políticas públicas com o objetivo de abordar essa disparidade nacional de forma efetiva. Além disso, é fundamental intensificar as investigações em todos os níveis de atendimento, incluindo o cuidado primário, especializado e hospitalar, visando aprimorar as estratégias de intervenção.

Com base no princípio da integralidade, que preconiza a oferta abrangente dos serviços de saúde, é de extrema importância garantir a disponibilidade dos serviços de reabilitação. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2012 *apud* BRASIL, 2017), a reabilitação engloba um conjunto de ações que auxiliam as pessoas a alcançar e manter a funcionalidade em sua interação com o ambiente. Isso envolve a implementação de procedimentos terapêuticos elaborados por uma equipe multiprofissional, com o objetivo de abordar condições que levam à deficiência e perda de funcionalidade, buscando mitigar esses impactos ou preveni-los. Consequentemente, os profissionais de diferentes áreas que compõem as equipes de reabilitação desempenham papéis cruciais em todos os níveis de cuidados de saúde.

Em termos de descentralização, as responsabilidades e custeio em relação ao SUS são divididas entre os entes Federativos; União, Estados e Territórios e Municípios. Já em termos de regionalização o SUS é dividido em Redes de Atenção à Saúde (RAS), com um cunho territorial. Já para o oferecimento de serviços de saúde, as RAS são organizadas em três níveis de atenção e assistência à saúde: Atendimento primário, secundário e terciário.



A Atenção Primária à Saúde (APS) tem como propósito proporcionar o primeiro contato dos pacientes com o sistema de saúde, desempenhando o papel coordenador ao encaminhá-los para outros pontos da rede caso as necessidades não sejam completamente atendidas pela APS, efetuando, por exemplo, exames, consultas de rotina e regulação para cirurgias. Além disso, busca-se estabelecer um vínculo contínuo e longitudinal com os usuários, por meio de ações que previnam doenças e ofereçam outros cuidados, mesmo que eles estejam recebendo atendimento em outros locais da rede. As unidades básicas de saúde e unidades de atenção domiciliar são exemplos desse tipo de atendimento. A posição da APS visa fortalecer a garantia dos princípios constitucionais de integralidade e continuidade, bem como a eficiência e eficácia do SUS (BRASIL, 2015).

O nível de atenção secundária, também conhecido como Atenção Especializada (ESP), tem o objetivo de atender às demandas de média e alta complexidade. Conforme definição do Ministério da Saúde, a média complexidade ambulatorial engloba ações e serviços voltados para abordar os principais problemas de saúde da população, exigindo a presença de profissionais especializados e o uso de recursos tecnológicos para diagnóstico e tratamento Saúde (BRASIL, 2009). As unidades de atenção psicossocial, conhecidas no Estado de São Paulo como CAPS, e os Ambulatórios de Especialidades, conhecidos como AMAs, são exemplos de equipamentos de nível de atenção secundária.

De acordo com o Ministério da Saúde, o nível de Atenção à Saúde Hospitalar (HOSP) é composto por serviços de alta complexidade, caracterizados por atendimentos que envolvem instrumentos tecnológicos avançados e alto custo operacional, com o propósito ofertar serviços de qualidade integrados aos demais níveis de atenção à saúde, como a atenção básica e a atenção especializada (BRASIL, 2009). Geralmente, esse tipo de atenção está associado a procedimentos de internação, logo os hospitais são exemplos naturais de unidades de HOSP.

A definição do modo de organização é fundamental para estabelecer as ações e rotinas dos profissionais envolvidos, e o mesmo modo se aplica aos trabalhadores dedicados à reabilitação, já que são profissionais presentes em todos os níveis de atenção à saúde. Determinar o nível de atenção em que estão inseridos é crucial para

orientar sua atuação. É amplamente reconhecido que há uma crescente demanda por esses profissionais em todos os níveis, e surgem dúvidas sobre se o sistema de saúde terá capacidade adequada para suprir essa demanda. Com o intuito de abordar as questões relacionadas à disponibilidade de profissionais de reabilitação em todo o mundo, especialmente em países em desenvolvimento, a Organização Mundial da Saúde (OMS), por meio do relatório "Chamada para Ação - Reabilitadores 2030" ("Call for Action - Rehabilitation 2030"), busca fortalecer os serviços de reabilitação em escala global.

O objetivo deste trabalho é responder à chamada efetuada pela OMS de maneira a analisar a evolução da oferta de serviços de reabilitação no Brasil de 2007 a 2022, com o intuito de responder questionamentos sobre a perspectiva esperada para as condições de saúde da população, estabelecendo relações de oferta de força de trabalho de reabilitadores com a demanda de doenças, causas, e lesões levando em conta os níveis de atenção à saúde.

## **2. Objetivo**

O objetivo deste estudo é propor modelos estatísticos para realizar previsões com base em séries temporais das variáveis de força de trabalho nos três níveis de atenção à saúde para o cuidado em reabilitação no Brasil no período de 2007 a 2022, a fim de prever o cenário esperado para 2030. Além disso, avaliar os dados de evolução de doenças e lesões que requerem o serviço de reabilitação ao longo dos anos de 1990 a 2019 e modelar sua condição prevista para 2030.

## **3. Descrição dos bancos de dados**

Neste estudo, propõem-se modelos estatísticos que permitam realizar previsões com base em séries temporais conjuntas das variáveis de oferta, ou seja, força de trabalho de reabilitação nos três níveis de atenção à saúde, e demanda de reabilitação a partir da

prevalência de doenças e lesões. Para atingir esse objetivo, os dados foram obtidos a partir do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), da base de dados do Global Burden of Disease (GBD) e do IBGE.

### 3.1 CNES

O estudo foi iniciado pela extração de dados presentes no ambiente de tecnologia da informação do Ministério da Saúde, o DATASUS. A base CNES é uma base de dados na qual os estabelecimentos de saúde são obrigados a registrar seus trabalhadores em termos de atuação e em carga horária exercida em diferentes ambientes. Desta forma, esta base será utilizada para cálculos da taxa de força de trabalho. Para estes cálculos foram utilizadas as seguintes informações que serão transformadas para obtenção das variáveis usadas neste trabalho:

- **CBO:** Códigos de 6 dígitos indicando a ocupação do profissional com base na Classificação Brasileira de Ocupações (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2023). As ocupações de interesse para este estudo são as relacionadas com as categorias de profissionais reabilitadores:

- Fisioterapeuta:
  - 226350 - Fis. Acupunturista;
  - 223660 - Fis. do trabalho;
  - 223655 - Fis. Esportivo;
  - 223605 - Fis. Geral;
  - 223630 - Fis. Neurofuncional;
  - 223640 - Fis. Osteopata.
- Fonoaudiólogo:
  - 223815 - Fon. Educacional;
  - 223820 - Fon. em Audiologia;
  - 223825 - Fon. em Disfagia;
  - 223830 - Fon. em Linguagem;
  - 223835 - Fon. em Motricidade Orofacial;
  - 223840 - Fon. em Saúde Coletiva;
  - 223845 - Fon. em Voz;

- 223810 - Fon. Geral.
- Psicólogo:
  - 221545 – Neuropsicólogo;
  - 251550 – Psicanalista;
  - 251555 - Psi. Acupunturista;
  - 251510 - Psi. Clínico;
  - 251515 - Psi. do Esporte;
  - 251540 - Psi. do Trabalho;
  - 251535 - Psi. do Trânsito;
  - 251505 - Psi. Educacional;
  - 251520 - Psi. Hospitalar;
  - 251525 - Psi. Jurídico;
  - 251530 - Psi. Social.
- Terapeuta Ocupacional:
  - 223905 - Terapeuta Ocupacional.
- Educador Físico:
  - 224105 - Avaliador Físico;
  - 224115 - Preparador de Atleta;
  - 224120 - Preparador Físico;
  - 231315 - Prof. de Ed. Fís. do Ens. Fun.;
  - 232120 - Prof. de Ed. Fís. do Ens. Méd.;
  - 234410 - Prof. de Ed. Fís. do Ens. Sup.;
  - 224140 - Prof. de Ed. Fís. na Saúde;
  - 224135 - Treinador profissional de futebol;
  - 224130 - Téc. de Lab. e Fiscalização Desp.;
  - 224125 - Téc. de Esportes (Exceto Futebol);
  - 224110 - Ludomotricista.
- **Profissional do SUS:**
  - 1 - É profissional do SUS;
  - 0 - Não é profissional do SUS.

Para profissionais do SUS foram filtrados apenas aqueles com classificação 1.

- **Tipo de unidade:** Códigos que indicam o tipo de unidade de saúde onde o profissional gastou sua carga horária semanal.

- **Horas trabalhadas:** encontradas na base como CH\_AMB, CH\_HOSP e CH\_OUTR são dados de horas trabalhadas semanalmente por indivíduo em qualquer âmbito da saúde (carga horária semanal). Foi feita uma soma de forma a contabilizar o total de horas trabalhadas na semana, que por sua vez é transformada em um valor balizado a 40, já que um profissional pode dividir a carga horária semanal ideal de 40 horas com outros trabalhadores. Dessa forma, transformou-se em:

$$Total\ de\ horas = \left[ \frac{CH\_AMB + CH\_HOSP + CH\_OUTR}{40} \right]$$

- **Competência:** Código de 6 dígitos indicando o mês e ano em que o indivíduo exerceu suas atividades.

### 3.2 GBD

O GBD, por sua vez, é a base de dados que proverá informações a respeito de doenças, deficiências e riscos. Esses são dados estimados para diversos países ao redor do globo a partir do esforço conjunto de vários pesquisadores. Foram estimadas 369 doenças e lesões e 87 fatores de risco entre 1990 a 2019 (HEALTHDATA, 2023). Deve ser observado que os dados obtidos pelo GBD são anuais e os obtidos pelos CNES são mensais.

### 3.3 Dados de população do IBGE

Para o cálculo de taxas de interesse foi necessário obter as estimativas populacionais mensais para cada unidade da federação entre os anos de 2007 e 2022. Com base nisso, foi obtida a seguinte variável:

- **População:** projeção da população mensal estimada pelo IBGE no censo 2010 para todos os Estados.

#### 4. Descrição das variáveis

Como foi descrito, com as bases obtidas nos bancos do CNES e IBGE foram estabelecidas as seguintes variáveis finais:

- **Nível de Atenção à Saúde: (categorizado com base em agrupamentos dos códigos de Tipo de Unidade)**

- APS - Atenção Primária à Saúde;
- ESP - Atenção Especializada à Saúde;
- HOSP - Atenção Hospitalar à Saúde.

- **Categoria profissional: (categorizada com base em agrupamentos dos seguintes códigos de CBO)**

- FIS – Fisioterapeuta;
- FON – Fonoaudiólogo;
- PSI – Psicólogo;
- TO – Terapeuta Ocupacional;
- EF – Educador Físico.

- **Unidade da Federação:** Estado no qual o indivíduo exerce sua profissão.

- **Taxa de profissionais (reabilitadores):** proporção de reabilitadores a cada 10.000 habitantes calculada mensalmente por profissional e nível de atenção à saúde para cada Estado e para o Brasil. Esta taxa é calculada da seguinte forma:

$$Taxa\ de\ reabilitadores = \left[ \frac{Total\ de\ horas}{População} \right] \times 10.000$$

- **Mês:** corresponde ao mês encontrado a partir dos dados de Competência.
- **Ano:** corresponde ao ano extraído a partir dos dados de Competência.
- **Taxa de doenças e lesões:** proporção de pessoas com alguma doença ou lesão a ser tratada por um reabilitador a cada 100.000 habitantes calculada anualmente filtradas por níveis de atenção à saúde APS e ESP conjuntamente e HOSP separadamente.

## 5. Análise descritiva

### 5.1 Análise descritiva da taxa de reabilitadores e GBD

As Figuras B.1 e B.2 representam a evolução temporal das taxas de profissionais por níveis de atenção à saúde e por grupos de profissionais, respectivamente. Além disso, para uma análise mais detalhada, a evolução temporal dos grupos de profissionais para as unidades APS, ESP e HOSP pode ser observada nas Figuras B.3, B.4 e B.5, respectivamente.

Alguns pontos de atenção foram identificados na análise descritiva nos gráficos das Figuras B.6, B.7, e B.8. Na Figura B.6, que é um gráfico da evolução temporal da taxa de fisioterapeutas por nível de atenção à saúde, é visível perceber que houve um aumento expressivo da taxa de fisioterapeutas no nível de atenção hospitalar a partir de 2020. Esse mesmo crescimento não acontece com a mesma intensidade nos níveis de atenção especializada e de atenção primária. Esse comportamento pode estar relacionado com a realocação e contratação de profissionais devido à pandemia de Covid. Pela evolução temporal da taxa de educadores físicos por nível de atenção à saúde (Figura B.7) observou-se um pico no gráfico das taxas de educadores físicos em todos os níveis de atenção à saúde a partir de 2022. Provavelmente o mesmo foi consequência de uma ação do Ministério da Saúde que lançou o Incentivo de Atividade Física (IAF) para a atenção primária à saúde em 2022 (BRASIL, 2022). A ação visava incentivar a contratação de profissionais de educação física, readequação de espaços para a prática de exercícios e compra de materiais. Como essa ação teve uma mudança expressiva no comportamento dos dados para esse grupo de profissionais, foi decidida a retirada desse grupo da análise. Na Figura B.8, é analisada a evolução temporal das taxas de terapeutas ocupacionais. Observa-se que antes de 2010 os valores das taxas eram nulos para a maioria das unidades. Compreendeu-se que o CBO de terapeutas ocupacionais só começou a ser incluído após 2009.

Por fim, a Figura B.13 exibe os gráficos da evolução temporal da taxa de doenças e lesões, tanto para os níveis de atenção hospitalar como para os níveis primária e especializada concatenados. Isso ocorre porque as doenças que não requerem

internação nos níveis de atenção primária e especializada diferem das atendidas no âmbito hospitalar. As séries temporais da taxa de doenças e lesões nos níveis de atenção hospitalar e níveis primária e especializada concatenados crescem ao longo dos anos, embora estejam em escalas diferentes. Observa-se que a taxa de doenças e lesões em nível hospitalar tende a aumentar nos anos seguintes a 2019, enquanto a taxa de doenças e lesões nos níveis de atenção primária e especializada concatenados tende a se estabilizar em 2019.

Além disso, há disparidades entre as janelas temporais das séries de taxas de doenças e lesões e as séries de taxas de profissionais, apresentando padrões de crescimento diferentes. Não há evidências, tanto descritivamente quanto no cotidiano desses profissionais, de que o aumento geral de doenças afete o número de reabilitadores. Portanto, optou-se por modelar as séries de doenças e lesões separadamente das séries dos profissionais.

## **5.2 Comparação de taxas anteriores e durante a pandemia de Covid-19**

Nesta seção pretende-se confirmar as suspeitas de que houve de fato acréscimo nas taxas de profissionais por níveis de atenção à saúde entre o período anterior à emergência sanitária causada pelo vírus da Covid-19 e durante a pandemia. Os períodos usados para estabelecer esse comparativo foram os anos de 01/2017 a 12/2019 e o período durante a pandemia considerado de 01/2020 a 12/2022. Foram calculadas, para cada período, médias e desvios padrões das taxas de profissionais em cada nível e cada profissão (Tabelas A.1 a A.3). Foi aplicado o teste não paramétrico de Wilcoxon (CONOVER, 1980) para comparar as distribuições das taxas de profissionais entre períodos anteriores e durante a pandemia de Covid-19. Ao nível de significância de 5%, há evidências para a rejeição da hipótese nula (distribuições iguais) para todos os níveis de atenção e profissões, ou seja, houve alterações significativas entre os períodos. Pelas Tabelas A.1 a A.3 é percebido que as taxas médias para fonoaudiólogos e terapeutas ocupacionais foram as únicas que diminuíram durante a pandemia no nível APS. Nos níveis ESP e HOSP as taxas aumentaram durante a pandemia para todos os profissionais



Chama a atenção o crescimento da taxa dos fisioterapeutas no nível hospitalar, que subiu de 0,87 para 1,39.

### **5.3 Distribuição de profissionais para os níveis de atenção à saúde**

Para avaliar como se comporta cada categoria profissional nos diversos níveis de atenção à saúde foram calculadas taxas médias. Utilizou-se o período de 01/2009 a 12/2019, pois nos primeiros anos da série podem ter havido muitos erros de cadastro, já que houve mudanças de CBO. Também foram retirados os anos correspondentes à epidemia de Covid, já que durante a pandemia as taxas tiveram um crescimento acentuado. A Tabela A.4 apresenta para cada categoria profissional a razão (expressa em %) entre a respectiva taxa média e a taxa média total (soma das taxas médias). Conclui-se que, para o nível APS, os profissionais mais demandados são os psicólogos com 39,7% seguidos pelos fisioterapeutas que representam 38,0%; no nível ESP os psicólogos novamente são os profissionais mais demandados, contabilizando 37,2% seguidos pelos fisioterapeutas 34,7%. No nível hospitalar, mais da metade dos profissionais de reabilitação são fisioterapeutas (58,5%), seguidos pelos psicólogos (24,0%). Logo para o nível hospitalar quase não há atuação de profissionais que não sejam fisioterapeutas ou psicólogos, que representam cerca 82% dos reabilitadores. As considerações levantadas para os três níveis de atenção à saúde concordam com os gráficos apresentados nas Figuras B.3 a B.5.

### **5.4 Comparação entre as Unidades da Federação**

Assim como na Seção 5.3, utilizou-se o período de 01/2010 a 12/2019 para calcular as taxas médias por estado para cada nível de atenção à saúde. Pelos gráficos de barras, apresentados nas Figuras B.9 a B.11, observa-se que as Unidades da Federação que mais se destacam são: Paraíba, no nível APS, Alagoas, no nível ESP e Distrito Federal, no nível HOSP. Ademais, pela Figura B.12, que representa um gráfico de barras para o valor médio das taxas de todos os reabilitadores por estado e nível de atenção à saúde conjuntamente, é possível ver que Paraíba, Tocantins e Roraima são os estados com maior taxa média de reabilitadores para todos os níveis em conjunto. Finalmente, também

é possível ver que a taxa média de reabilitadores que abrangem o nível de atenção à saúde primária aparenta ser menor em geral para todos os estados em relação aos outros dois níveis.

## **6. Análise inferencial**

De acordo com Morettin e Toloí (2006), uma série temporal é definida como um conjunto de dados que dependem do tempo. Para estimar os parâmetros de um modelo para séries temporais é necessário assumir que as observações num determinado momento devam estar correlacionadas com as observações ou ruídos passados. As séries temporais são compostas por três componentes: tendência, sazonalidade e ruído.

Para modelar as séries de taxas de profissionais e de taxas de doenças e lesões foram utilizados modelos paramétricos denominados Modelos Auto-Regressivos Integrados de Médias Móveis (ARIMA) e Modelos Auto-Regressivos Integrados de Médias Móveis Sazonal (SARIMA). Os modelos ARIMA e SARIMA seguem os mesmos procedimentos de estimação. No entanto, o modelo SARIMA incorpora um componente sazonal. Segundo os mesmos autores, essas metodologias envolvem ciclos iterativos nos quais a estrutura dos modelos é determinada pelo comportamento dos dados. A parte Auto-Regressiva (AR) do modelo representa a dependência do valor de uma observação em um determinado momento em relação aos seus valores passados. Por outro lado, a parte de Médias Móveis (MA) descreve que uma observação em um determinado instante pode ser representada por uma combinação linear dos erros das observações passadas. A utilização de diferenças de uma observação em um determinado momento em relação às observações passadas é expressa pela parte Integrada do modelo (I) e tem o intuito de modelar a parte de tendência. Nesta metodologia deve-se cumprir a suposição de estacionariedade e invertibilidade para ser possível ajustar um modelo adequado à série observada.

Para checagem de algumas características das séries temporais estudadas como estacionariedade e sazonalidade foram utilizados testes para sinalizar um direcionamento de como tratá-las. Para testar estacionariedade foi utilizado o teste de

Dickey-Fuller (MORETTIN e TOLOI, 2006) e para verificar sazonalidade foi usado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Os procedimentos de determinação dos modelos ARIMA consistem primeiramente de uma análise dos gráficos das funções de autocorrelação parcial e autocorrelação das séries, que devem ser estacionárias. Tais representações gráficas apontam para quais devem ser as ordens dos componentes auto-regressivos ou de médias móveis. Após a obtenção de um modelo preliminar, checam-se os resíduos partindo de análises gráficas e testes. Caso se alcance resíduos distribuídos simetricamente em torno do zero e com autocorrelação não significativa, se finaliza o ciclo de ajuste de modelo; caso contrário, se inicia novamente o ciclo usando os próprios resíduos como base da estimação. O principal teste utilizado para checar os resíduos do modelo é o teste de Box-Ljung, que parte da hipótese nula de que os resíduos são independentes e não autocorrelacionados em diferentes pontos no tempo (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Desta maneira, é possível obter diversos modelos que se ajustem bem aos dados. Neste trabalho o critério utilizado para a escolha do modelo mais adequado ao que se deseja estimar foi o Erro Quadrático Médio (EQM). Essa é uma medida que calcula a diferença quadrática esperada entre o estimado pelo modelo e o observado. Aqui utilizou-se os dados obtidos no período de 01/2023 a 05/2023 para se obter o EQM. Os modelos com menores EQMs são os indicados como os modelos mais adequados à finalidade do projeto. Os dados de 2023 não foram incorporados para a estimação dos modelos.

### **6.1 Séries de taxas de profissionais por níveis de atenção à saúde**

As séries modeladas a seguir foram feitas seguindo os passos estipulados na seção anterior. Para que as séries alcançassem a suposição de estacionariedade foram tomadas as primeiras diferenças. As equações dos modelos de previsão estão apresentadas no Apêndice C.

- **Fisioterapeutas APS**

A Figura B.14 mostra que a série apresenta tendência de crescimento visível. Além disso, a sazonalidade foi identificada pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. O modelo ajustado e utilizado para previsão foi um modelo sazonal SARIMA(2,1,3)(0,0,2)[12] completo. Como mostra o modelo C.1 há um maior peso para as observações do mês anterior ao que se deseja prever. As previsões calculadas apresentam intervalos de confiança crescentes de acordo com o tempo (Figura B.14). Além disso, a Figura B.15 revela graficamente que os valores observados nos cinco primeiros meses de 2023 estão de acordo com os previstos, já que estão dentro dos intervalos de confiança calculados e seguem o mesmo comportamento.

- **Fisioterapeutas ESP**

Pela Figura B.16 constata-se tendência de crescimento, tanto dos dados observados quanto dos previstos. A sazonalidade não foi detectada pelo teste não paramétrico. O modelo ajustado e utilizado para previsão foi um ARIMA(1,1,1) completo. Como mostra o modelo C.2 há um maior peso para as observações do mês anterior ao que se deseja prever. Obteve-se previsões adequadas, já que pela Figura B.17 os valores observados para os primeiros cinco meses de 2023 estão contidos nos intervalos de confiança previstos.

- **Fisioterapeutas HOSP**

Por uma análise da Figura B.18 há tendência de crescimento visível, mas estabilidade após a Covid-19, que influenciou a previsão. A sazonalidade não foi detectada visualmente nem pelo teste não paramétrico. A série foi modelada por um ARIMA(6,1,1) incompleto. O modelo descrito em C.3 mostra que as previsões são influenciadas positivamente pelos primeiro, quinto e sexto meses anteriores e negativamente pelos segundo, quarto e sétimo meses. A Figura B.19 revela que os valores observados nos cinco primeiros meses de 2023 estão de acordo com os previstos, já que estão dentro dos intervalos de confiança calculados. Há uma tendência de estabilidade para os anos futuros.

- **Psicólogos APS**

A Figura B.20 mostra tendência de crescimento. Além disso, a sazonalidade foi identificada pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. O modelo ajustado e utilizado para previsão foi um modelo sazonal SARIMA(7,1,10)(1,0,1)[12] incompleto. A equação C.4 que descreve esse modelo conta com a contribuição de observações de vinte meses anteriores, com exceção do primeiro e segundo mês anterior, as contribuições para a previsão são pe com pesos pequenos. A previsão segue a tendência da série observada, como pode ser visto na Figura B.21.

- **Psicólogos ESP**

A Figura B.22 exibe uma tendência de crescimento contínuo. O modelo ajustado e utilizado para realizar previsões foi um ARIMA(2,1,2) completo. A equação C.5 mostra que o modelo é influenciado positivamente pelos primeiro e terceiro meses anteriores. As previsões calculadas apresentam intervalos de confiança crescentes de acordo com o tempo (Figura B.22). Além disso, a Figura B.23 revela graficamente que os valores observados nos cinco primeiros meses de 2023 estão de acordo com os previstos, já que estão dentro dos intervalos de confiança calculados e seguem o mesmo comportamento.

- **Psicólogos HOSP**

A Figura B.24 mostra uma tendência de crescimento. O modelo ajustado e utilizado para realizar a previsão foi um SARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12] completo. As previsões apresentam intervalos de confiança que se comportam como o esperado para esse tipo de modelo. A equação C.6 mostra que o primeiro mês anterior é o mais relevante para a previsão. A Figura B.25 mostra que os valores observados nos cinco primeiros meses de 2023 estão de acordo com os previstos.

- **Fonoaudiólogos APS**

A Figura B.26 mostra tendência de crescimento no período anterior à pandemia de Covid-19 e decréscimo no período da pandemia. O modelo proposto foi um ARIMA(2,1,1) completo, com a equação de previsão descrita por C.7. Nela os três primeiros meses anteriores influenciam a previsão positivamente. A previsão do modelo

segue a tendência de leve decréscimo até 2030. Como visto na Figura B.27, os valores observados nos cinco primeiros meses de 2023 estão concordantes com os previstos.

- **Fonoaudiólogos ESP**

Por uma análise da Figura B.28 há tendência de crescimento visível e contínuo. A sazonalidade foi detectada pelo teste de Kruskal-Wallis. A série foi modelada por um SARIMA(3,1,0)(1,0,1)[12] completo, descrito pela equação C.8. Essa equação mostra que o modelo é influenciado principalmente pelo mês posicionado no ano anterior e pouco influenciado pelos períodos próximos. A Figura B.29 revela graficamente que os valores observados nos cinco primeiros meses de 2023 estão de acordo com os previstos, já que estão dentro dos intervalos de confiança calculados.

- **Fonoaudiólogos HOSP**

Pela Figura B.30 constata-se tendência de crescimento visível, tanto dos dados observados quanto dos previstos. Não foi detectado o atributo sazonal. O modelo ajustado foi um ARIMA(1,1,1) completo. A equação C.9 descreve esse modelo e mostra que os dois meses anteriores ao mês previsto influenciam o comportamento futuro da série. Obteve-se previsões que não acompanham o crescimento dos valores observados para os primeiros cinco meses de 2023, já que nem todos os meses estão contidos nos intervalos de confiança previstos (Figura B.31).

- **Terapeutas Ocupacionais APS**

Pela Figura B.32 constata-se tendência de crescimento, mas com uma estabilização ao final que tem grande força no modelo de previsão, fazendo com que a projeção dos valores futuros acompanhe essa estabilização. O modelo sem sazonalidade que se ajustou melhor aos dados foi um ARIMA(16,1,1) incompleto. Neste modelo, como podemos ver em C.10, o valor da taxa de profissionais em um instante  $t$  depende fortemente do valor do último mês e de forma mais suave dos valores de dois, seis, sete, dezesseis e dezessete meses atrás. Com o uso deste modelo, obtiveram-se previsões que acompanham a estabilização dos valores observados para os primeiros cinco meses de 2023 (Figura B.33).

- **Terapeutas Ocupacionais ESP**

Pela Figura B.34 constata-se tendência de crescimento suave com variações recorrentes, fazendo com que a projeção dos valores futuros acompanhe esse comportamento. O modelo com sazonalidade ajustou melhor os dados. Utilizou-se de um SARIMA(2,1,2)(1,0,1)[12] completo para modelar a série. Neste modelo, como podemos ver em C.11, o valor da taxa de profissionais em um instante  $t$  depende fortemente do valor do último mês e de fatores sazonais mensais. Com o uso deste modelo, obteve-se previsões que acompanham o comportamento dos valores observados para os primeiros cinco meses de 2023 (Figura B.35).

- **Terapeutas Ocupacionais HOSP**

Pela Figura B.36 constata-se tendência de crescimento suave com grandes variações recorrentes, fazendo com que a previsão dos valores futuros acompanhe esse comportamento. O modelo com sazonalidade ajustou melhor os dados. Utilizou-se um SARIMA(19,1,0)(1,0,1)[12] incompleto para modelar a série. Neste modelo, como podemos ver em C.12, o valor da taxa de profissionais em um instante  $t$  depende fortemente do valor do último mês e de fatores sazonais mensais. Com o uso deste modelo, obteve-se previsões que acompanham o comportamento dos valores observados para os primeiros cinco meses de 2023 (Figura B.37).

## 6.2 Séries de níveis de atenção à saúde

Para as séries de nível de atenção à saúde (APS, ESP e HOSP) da Figura B.5 inicialmente foi testado o modelo Vetorial Auto-Regressivo (VAR). O modelo VAR é um modelo estatístico usado para análise e previsão de sistemas multivariados de séries temporais, isto é, contextos em que várias variáveis de interesse interagem entre si ao longo do tempo (Enders, 2015). Sabe-se de antemão que o mesmo profissional pode atender em mais de um nível de atenção à saúde, o que justifica a hipótese de que as séries poderiam exercer influências recíprocas ao longo do tempo. Entretanto, os resultados desse modelo não foram satisfatórios.

Ao analisar o gráfico de autocorrelação na Figura B.38 foi observado que apenas as séries APS e HOSP apresentam correlação significativa em defasagens de tempo baixas. Importante ressaltar que para inserir defasagens de tempo muito altas no VAR é necessário grande quantidade de dados para ser possível fazer uma boa estimativa dos parâmetros. As séries APS, ESP e HOSP possuem apenas 185 observações, inviabilizando assim o uso de defasagens de tempo mais altas.

Após analisar os resultados do modelo, optou-se por ajustar modelos SARIMA em cada uma das séries APS, ESP e HOSP individualmente. A seguir, estão descritos os modelos SARIMA ajustados para cada série e os resultados da validação utilizando os meses de 2023. Todas as três séries apresentaram tendência, por isso foi necessário tomar a primeira diferença antes de todos os ajustes.

- **Profissionais APS**

Pela Figura B.39 constata-se tendência de crescimento, tanto dos dados observados quanto dos previstos. O modelo com sazonalidade ajustou-se melhor aos dados. Utilizou-se um  $SARIMA(14,1,14)(1,0,2)[12]$  incompleto para modelar a série. A equação do modelo ajustado e utilizado para previsão é dada em C.13. Obtiveram-se previsões que acompanham o crescimento dos valores observados para os primeiros cinco meses de 2023 (Figura B.40).

- **Profissionais ESP**

Pela Figura B.41 constata-se tendência de crescimento, tanto dos dados observados quanto dos previstos. O modelo com sazonalidade ajustou-se melhor aos dados. Utilizou-se um  $SARIMA(22,1,1)(1,0,1)[12]$  incompleto para modelar a série. A equação do modelo ajustado e utilizado para previsão é dada em C.14. Obtiveram-se previsões que acompanham o crescimento dos valores observados para os primeiros cinco meses de 2023 (Figura B.42).



- **Profissionais HOSP**

Pela Figura B.43 constata-se tendência de crescimento, tanto dos dados observados quanto dos previstos. Nos dados observados temos um maior crescimento nos últimos anos, e atribuiu-se esse comportamento ao impacto da pandemia Covid, como já discutido. O modelo sem sazonalidade ajustou-se melhor aos dados. Utilizou-se um ARIMA(22,1,22) incompleto para modelar a série. A equação do modelo ajustado e utilizado para previsão é dada em C.15. Obtiveram-se previsões que acompanham o crescimento dos valores observados para os primeiros cinco meses de 2023 (Figura B.44).

### **6.3 Séries GBD**

Para as séries de taxas de doenças e lesões disponibilizadas pelo banco de dados do GBD, foi realizado um filtro separando somente as doenças e lesões tratadas por reabilitadores dos níveis de atenção à saúde APS e ESP conjuntamente e HOSP separadamente. Portanto as modelagens dessas séries foram divididas em duas modelagens singulares.

Inicialmente, devido ao comportamento não linear das taxas do GBD e do intervalo dos valores das mesmas, foi aplicada uma transformação logarítmica dos valores na tentativa de linearizar e diminuir as variações das taxas, tornando a modelagem mais concreta e eficaz.

- **GBD filtrado para os níveis de atenção à saúde APS e ESP**

Pela Figura B.45 constata-se tendência de crescimento (não linear) e uma leve estabilização ao final dos dados observados, trazendo esse comportamento de leve crescimento com estabilização para os dados previstos. Devido ao menor tamanho amostral dos dados do GBD, utilizou-se um modelo com menos coeficientes e sem sazonalidade dado por um ARIMA(1,1,0) completo para modelar a série. Pelo modelo,

mostrado em C.16, é visto que o valor da taxa de doenças e lesões filtrado para os níveis de atenção à saúde APS e ESP cresce com base no valor do último ano e decresce com base no valor de dois anos atrás.

- **GBD filtrado para o nível de atenção à saúde HOSP**

Pela Figura B.46 constata-se tendência de crescimento (não linear) e um leve crescimento ao final dos dados observados, trazendo esse comportamento de leve crescimento, porém com estabilização para os dados previstos. Devido ao menor tamanho amostral dos dados do GBD, utilizou-se um modelo com menos coeficientes e sem sazonalidade dado por um ARIMA(2,1,0) completo para modelar a série. Pelo modelo, mostrado em C.17, é visto que o valor da taxa de doenças e lesões filtrado para o nível de atenção à saúde HOSP cresce fortemente com base no valor do último ano e fracamente com base no valor de três anos atrás, também decrescendo de forma forte com base no valor de dois anos atrás.

#### **6.4 Análise comparativa do crescimento das taxas de profissionais e doenças e lesões**

Além das projeções das séries já descritas, outro objetivo do projeto era a comparação do crescimento das taxas de profissionais com o crescimento da taxa de doenças e lesões. A hipótese levantada no início do projeto era de que o crescimento das taxas dos profissionais não conseguiria acompanhar o crescimento das taxas de doenças e lesões ao longo do tempo. Para entender se os dados corroboram com essa hipótese, foram desenvolvidas duas análises comparativas das séries e previsões das taxas de profissionais com as séries e previsões das taxas de doenças e lesões.

Importante ressaltar que esta não é uma comparação trivial por alguns motivos. Primeiramente, sabe-se que as taxas de doenças e lesões não podem ser comparadas diretamente com as taxas de profissionais, pois é esperado que se tenha um número muito maior de doenças, uma vez que uma única pessoa da população pode ter mais de

uma doença por ano, por exemplo. Além disso, um único profissional pode atender diversos pacientes ao longo do ano.

Desta forma, para fazer uma análise comparativa mais coerente com o contexto do problema, foi desenvolvida a métrica de velocidade de crescimento para as taxas de profissionais e para as taxas de doenças e lesões, como descritas nas expressões abaixo:

$$vel\ prof = \frac{taxa\ prof_{t+1} - taxa\ prof_t}{taxa\ prof_t} \qquad vel\ gbd = \frac{taxa\ gbd_{t+1} - taxa\ gbd_t}{taxa\ gbd_t}$$

em que:

*vel prof*: velocidade de crescimento da taxa de profissionais;

*taxa prof<sub>t</sub>*: taxa de profissionais no instante t;

*taxa prof<sub>t+1</sub>*: taxa de profissionais no instante t+1;

*vel gbd*: velocidade de crescimento da taxa de doenças e lesões;

*taxa gbd<sub>t</sub>*: taxa de doenças e lesões no instante t;

*taxa gbd<sub>t+1</sub>*: taxa de doenças e lesões no instante t+1.

Importante ressaltar aqui que as séries das taxas dos profissionais são mensais e as das taxas de doenças e lesões (GBD) são anuais. Desta forma, foi necessário agrupar as séries das taxas dos profissionais para deixar na mesma frequência temporal das de doenças e lesões. Neste processo de agrupamento, optou-se pela soma dos valores das séries mensais para obter as respectivas estimativas anuais. Entende-se que a soma é a melhor forma de fazer esse agrupamento uma vez que os valores das taxas de profissionais são equivalentes a jornadas de trabalho de 40 horas. Desta forma, a comparação é feita entre todas as jornadas trabalhadas ao longo do ano e as doenças e lesões projetadas para o ano.

Nas Figuras B.47 e B.48 pode-se observar os gráficos das velocidades de crescimento pontuais anuais para profissionais e doenças e lesões, utilizando as séries

históricas agrupadas com as previsões. Para os profissionais observa-se uma queda da velocidade de crescimento nos últimos anos que contêm as previsões. Para as doenças e lesões, observa-se nos últimos anos uma estabilidade para o GBD filtrado para APS e ESP; e para o GBD filtrado para HOSP, nota-se também, uma queda na velocidade de crescimento nos valores das previsões dos últimos anos.

Nas análises a seguir, as velocidades são analisadas de duas formas diferentes: criando razões pontuais de crescimento e comparando as tendências das velocidades de crescimento.

- **Razões de crescimento**

Para essa primeira análise criaram-se razões pontuais da velocidade de crescimento dividindo o valor da velocidade de crescimento dos profissionais pela velocidade de crescimento das doenças e lesões, como descrito abaixo:

$$razão\ de\ crescimento_t = \frac{vel\ prof_t}{vel\ gbd_t}.$$

Pode-se observar na Figura B.49 o gráfico das razões pontuais. Quando se constrói a razão das séries pontualmente é possível observar que a razão para APS e ESP se estabiliza nos últimos anos. Pode-se interpretar que a situação atual da relação doenças e profissionais APS e ESP irá se manter nos próximos anos.

Já em relação a HOSP observa-se uma razão crescente. Pode-se atribuir esse comportamento ao fato de a série HOSP ter tido um aumento na taxa de profissionais devido à pandemia de Covid enquanto os dados do GBD ainda não refletem os números de doenças e lesões decorrentes da pandemia de Covid. Para valores mais representativos da realidade seria necessário atualizar os dados do GBD após inclusão dos dados relativos à época do Covid.

Desta forma, é possível dizer que essa análise corrobora com a hipótese das pesquisadoras para as unidades APS e ESP ao trazer uma evidência de que a situação atual da relação doenças e profissionais que não está adequada irá se manter nos próximos anos. A análise não corrobora com a hipótese levantada para o caso da série

HOSP, mas como foi dito anteriormente, acredita-se que pode ser influência da pandemia de Covid que está impactando nos dados dos profissionais.

- **Tendência da velocidade de crescimento**

Para essa segunda análise, foi feita a normalização padrão das velocidades de crescimento, ou seja, subtraiu-se de cada valor a média e dividiu-se pelo desvio padrão. Posteriormente foi feito o ajuste de uma regressão linear para modelar a tendência das velocidades de crescimento em função do tempo. O objetivo é comparar a tendência das velocidades de crescimento das taxas de profissionais e de doenças e lesões.

Nas Figuras B.49, B.50 e B.51 é possível observar os gráficos resultantes. Pela inclinação das retas APS, ESP e HOSP tem-se evidência para dizer que a velocidade de crescimento das doenças ultrapassa a dos profissionais. Interessante notar aqui que a análise para HOSP não tem o mesmo resultado que a análise anterior. Pode-se atribuir isso ao fato de que a tendência foi construída com a série completa e desta forma, as últimas observações que sofreram impacto do Covid exercem menos influência na tendência geral da série.

Desta forma, é possível dizer que essa análise corrobora com a hipótese levantada pelas pesquisadoras ao evidenciar que a tendência do crescimento das doenças e lesões irá ultrapassar a de profissionais.

Importante destacar que essa é apenas uma evidência levantada para ser estudada com mais detalhamento no futuro. Não foi feita a análise dos intervalos de confiança por exemplo, pois seria um estudo complexo e pouco preciso. Ainda assim, entende-se que é um estudo relevante para as pesquisadoras dado o objetivo do projeto, por isso foi incluída neste material.

## 7. Conclusão

Compreender a estrutura do Sistema Único de Saúde (SUS) é crucial para entender como os profissionais nele inseridos atuam. A reabilitação desempenha um papel fundamental na oferta integral de cuidados de saúde em todos os níveis de atenção, incluindo primário, especializado e hospitalar.

Para responder ao chamado da OMS, este estudo utilizou a metodologia SARIMA para realizar previsões com base em séries temporais dos dados de força de trabalho em reabilitação nos três níveis de atenção à saúde no Brasil, no período de 2007 a 2022, com o objetivo de projetar o cenário esperado para 2030. As previsões obtidas pelos modelos mostram que, em geral, as taxas de profissionais de reabilitação tendem a aumentar nos diferentes níveis de atenção à saúde. No entanto, duas séries, a de fonoaudiólogos e terapeutas ocupacionais na atenção primária são exceção. Ambas demonstram pequeno decréscimo para os cenários futuros.

Além disso, foram modeladas as taxas de profissionais de reabilitação disponíveis em cada nível de atenção à saúde no Brasil, no período de 2007 a 2022. As séries previstas pelo modelo SARIMA indicam um cenário de crescimento projetado para 2030, nos três níveis.

Adicionalmente foram modeladas as taxas anuais de prevalência de doenças e lesões, obtidas a partir do GBD, no período de 1990 a 2019, considerando dois tipos de atenção: as doenças tratadas na atenção primária e especializada, e as doenças e lesões tratadas em nível hospitalar. Ambas as séries de taxas também apresentam uma tendência de crescimento para 2030.

Com o objetivo de avaliar os cenários projetados para 2030 em relação à evolução das doenças e lesões que requerem serviços de reabilitação, foram analisadas as taxas de crescimento ao longo do tempo. Há indicativos de que a tendência de crescimento das doenças irá superar a dos profissionais, indicando que as necessidades de reabilitação demandadas pelo sistema de saúde não serão atendidas em 2030.

# **APÊNDICE A**

## **Tabelas**

**Tabela A.1** Taxa média e respectivo desvio padrão por categoria profissional antes e durante a pandemia de Covid-19, para o nível de Atenção Primária à Saúde.

Profissionais	Antes		Durante		Valor-p
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Fisioterapia	0,441	0,023	0,481	0,020	< 0,001
Fonoaudiólogo	0,147	0,006	0,140	0,004	< 0,001
Terap. Ocupacional	0,049	0,002	0,047	0,001	< 0,001
Psicólogo	0,440	0,026	0,487	0,017	< 0,001
Ed. Físico	0,009	0,001	0,051	0,101	< 0,001

**Tabela A.2** Taxa média e respectivo desvio padrão por categoria profissional antes e durante a pandemia de Covid-19, para o nível de Atenção Especializada.

Profissionais	Antes		Durante		Valor-p
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Fisioterapia	0,543	0,023	0,638	0,046	< 0,001
Fonoaudiólogo	0,239	0,010	0,268	0,009	< 0,001
Terap. Ocupacional	0,184	0,006	0,198	0,002	< 0,001
Psicólogo	0,583	0,020	0,694	0,051	< 0,001
Ed. Físico	0,014	0,001	0,019	0,015	< 0,001

**Tabela A.3** Taxa média e respectivo desvio padrão por categoria profissional antes e durante a pandemia de Covid-19, para o nível de Atenção Hospitalar.

Profissionais	Antes		Durante		Valor-p
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Fisioterapia	0,874	0,047	1,393	0,194	< 0,001
Fonoaudiólogo	0,157	0,008	0,198	0,014	< 0,001
Terap. Ocupacional	0,084	0,003	0,094	0,002	< 0,001
Psicólogo	0,325	0,015	0,411	0,033	< 0,001
Ed. Físico	0,009	0,001	0,013	0,004	< 0,001

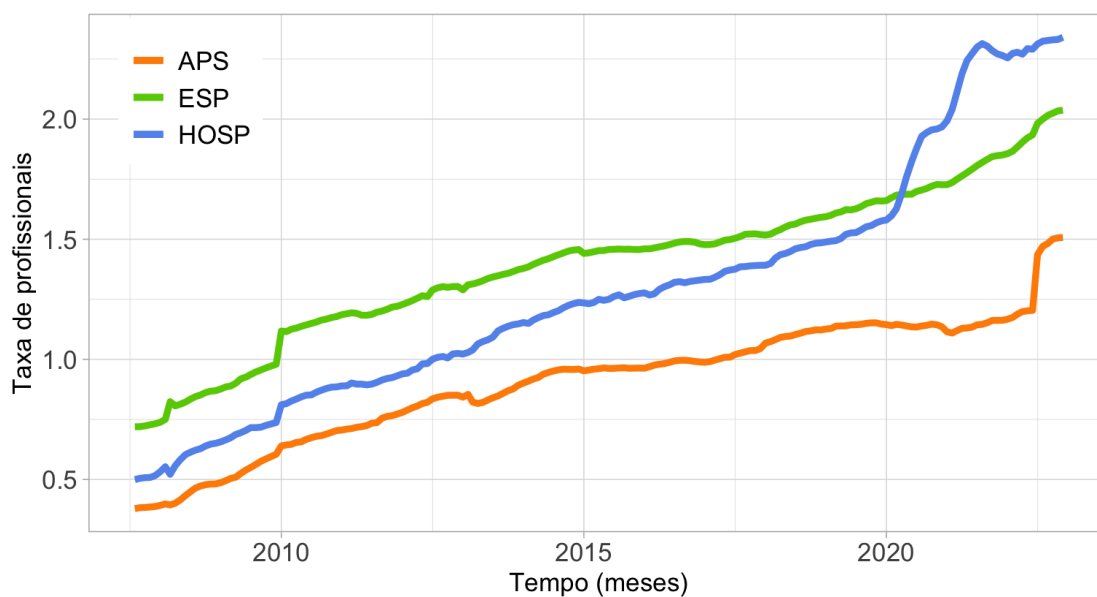


**Tabela A.4** Distribuição da taxa média por categoria profissional para cada nível de atenção à saúde.

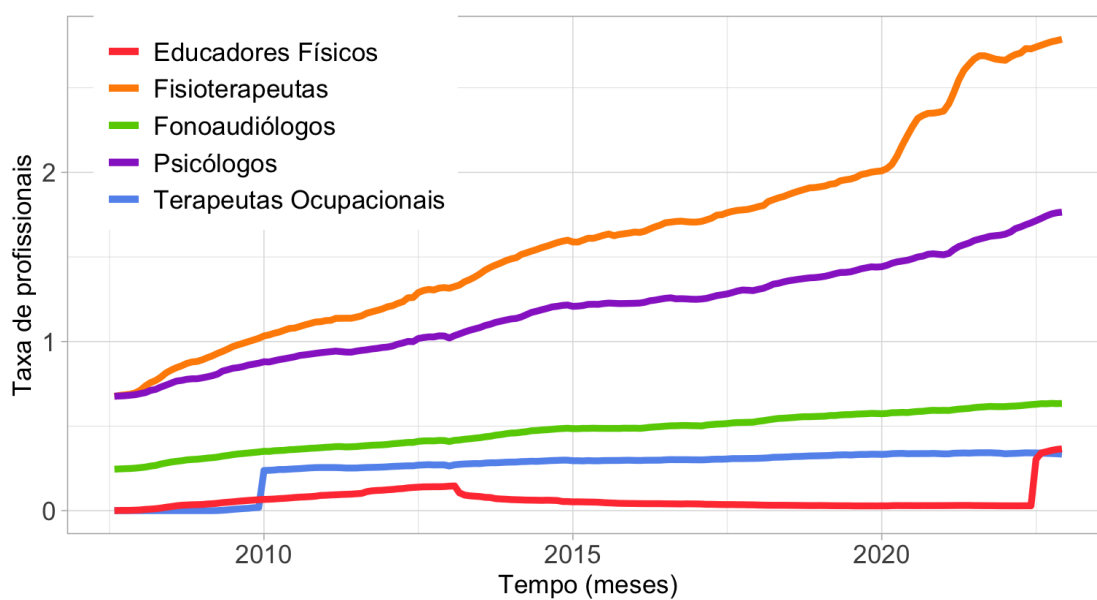
Profissionais	APS		ESP		HOSP	
	Taxa Média	%	Taxa Média	%	Taxa Média	%
Fisioterapeuta	0,34	38,0	0,47	34,7	0,67	58,5
Fonoaudiólogo	0,12	13,7	0,21	15,4	0,12	10,7
Terap. Ocupacional	0,04	4,4	0,15	11,3	0,07	6,1
Psicólogo	0,35	39,7	0,50	37,2	0,28	24,0
Ed. Físico	0,04	4,2	0,02	1,4	0,01	0,7

# **APÊNDICE B**

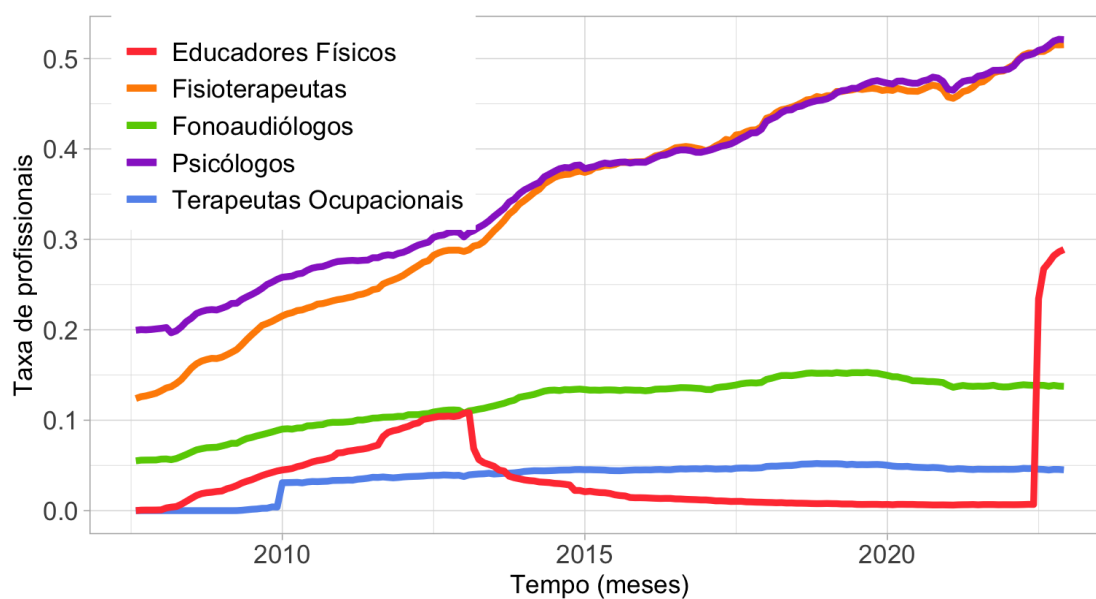
## **Figuras**



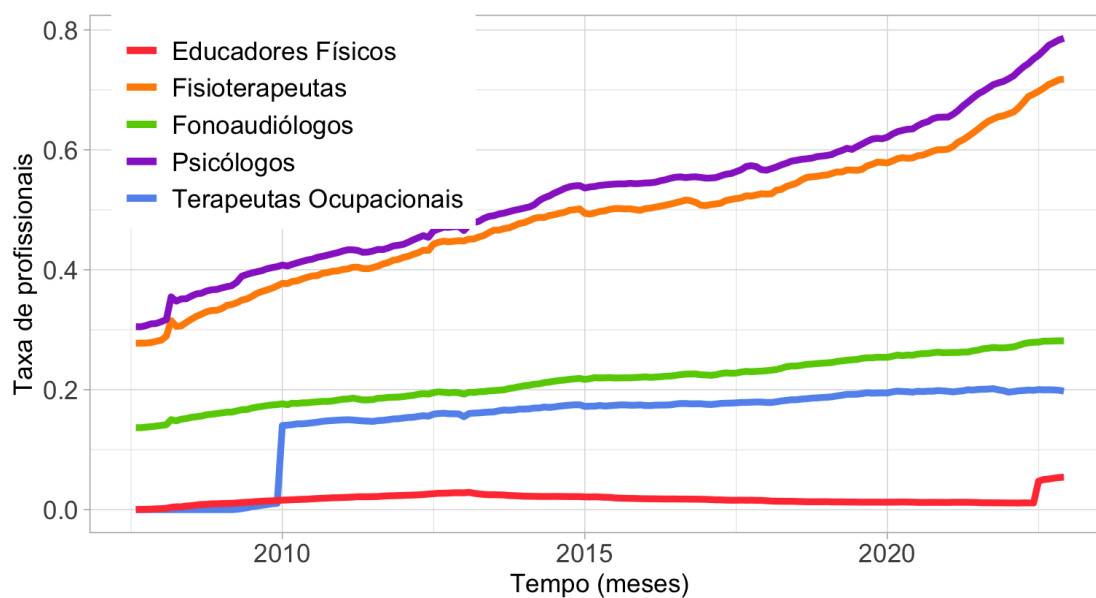
**Figura B.1** Gráfico da evolução temporal da Taxa de profissionais por Nível de atenção à saúde.



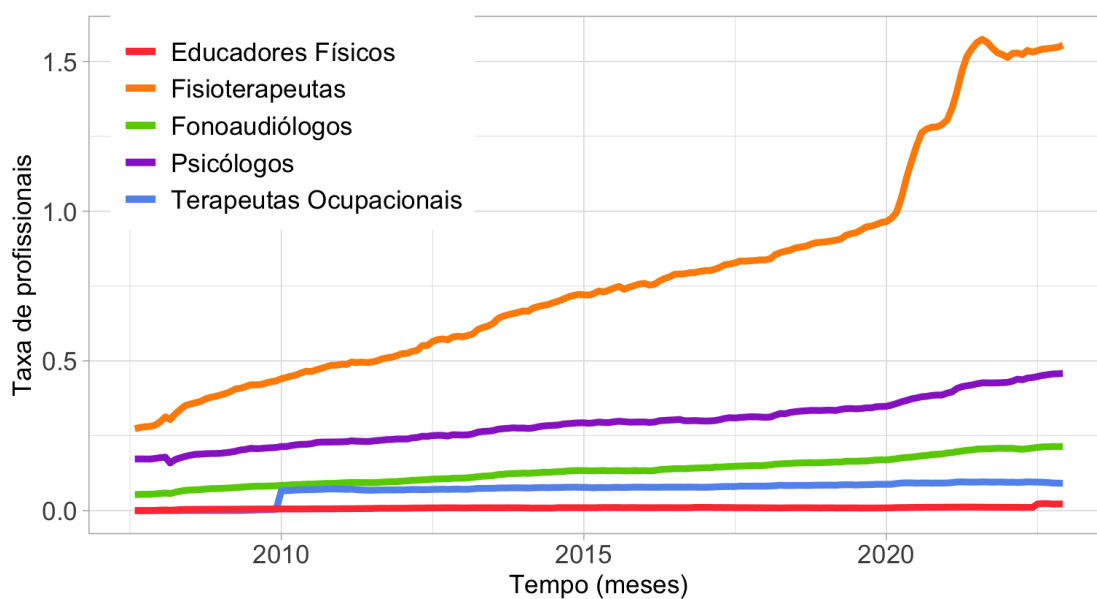
**Figura B.2** Gráfico da evolução temporal da Taxa de profissionais por Categoria profissional.



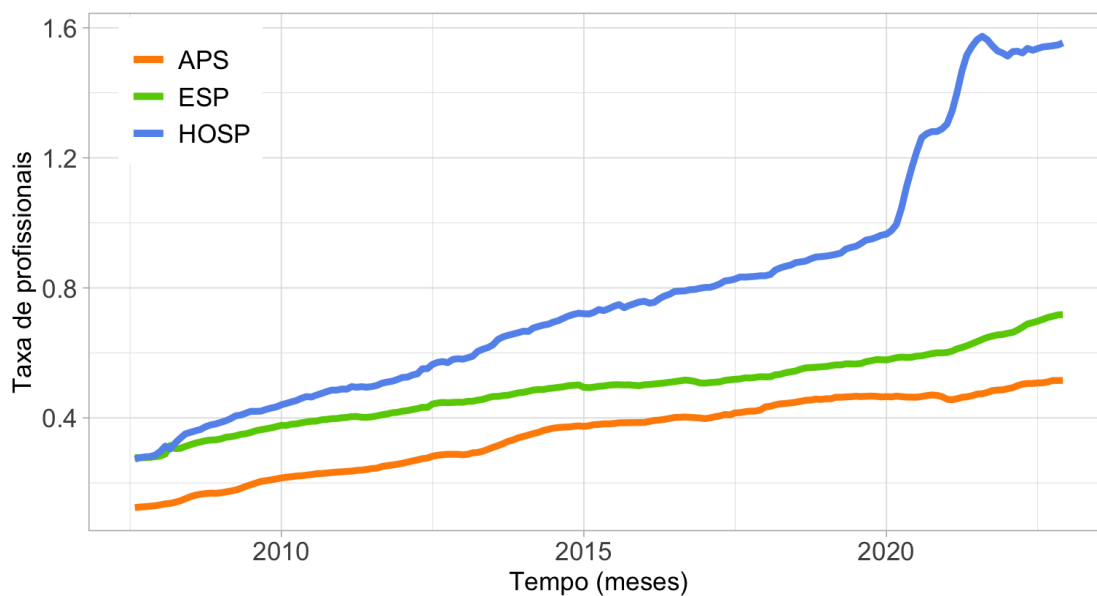
**Figura B.3** Gráfico da evolução temporal da Taxa de profissionais no nível APS.



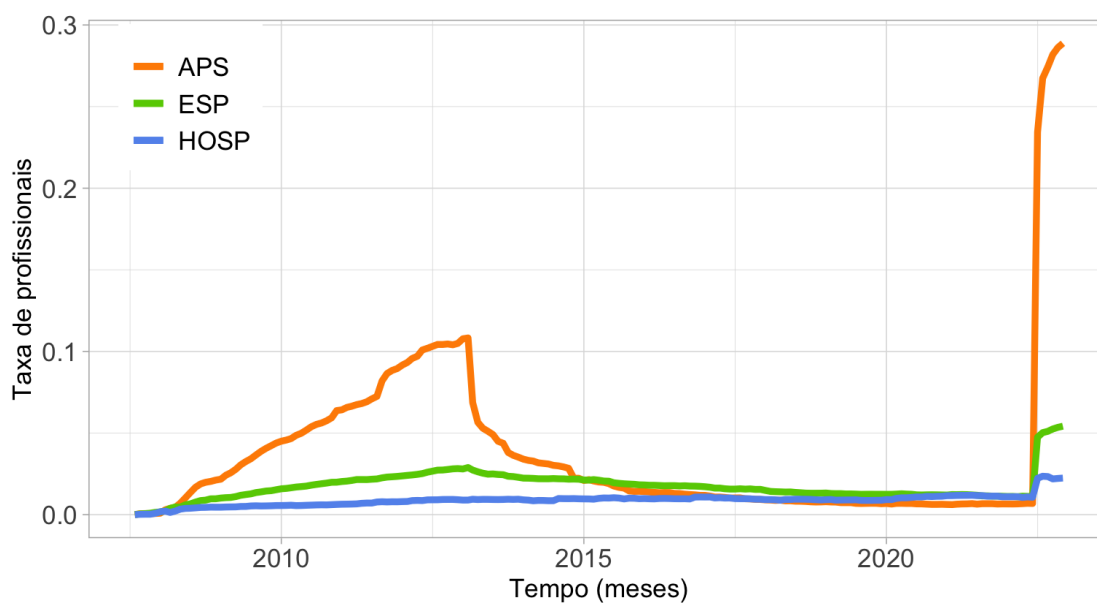
**Figura B.4** Gráfico da evolução temporal da Taxa de profissionais no nível ESP.



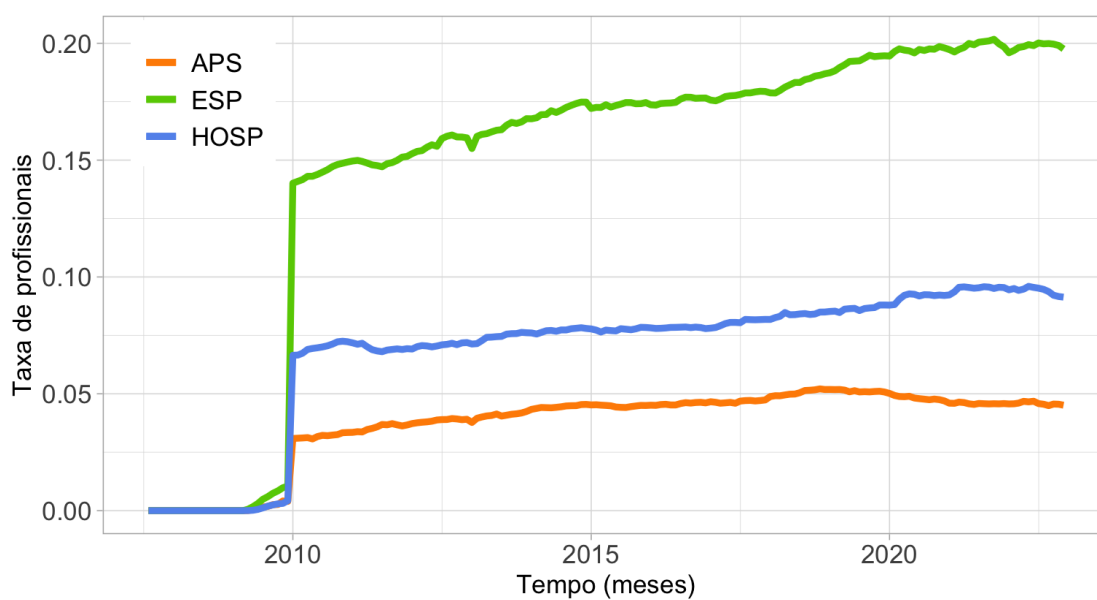
**Figura B.5** Gráfico da evolução temporal da Taxa de profissionais no nível HOSP.



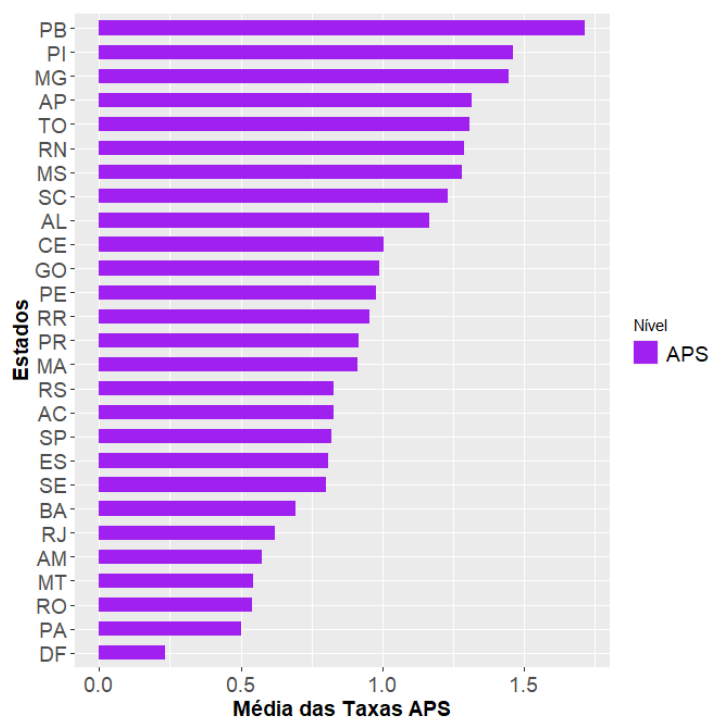
**Figura B.6** Gráfico da evolução temporal da Taxa de fisioterapeutas por Nível de Atenção à Saúde.



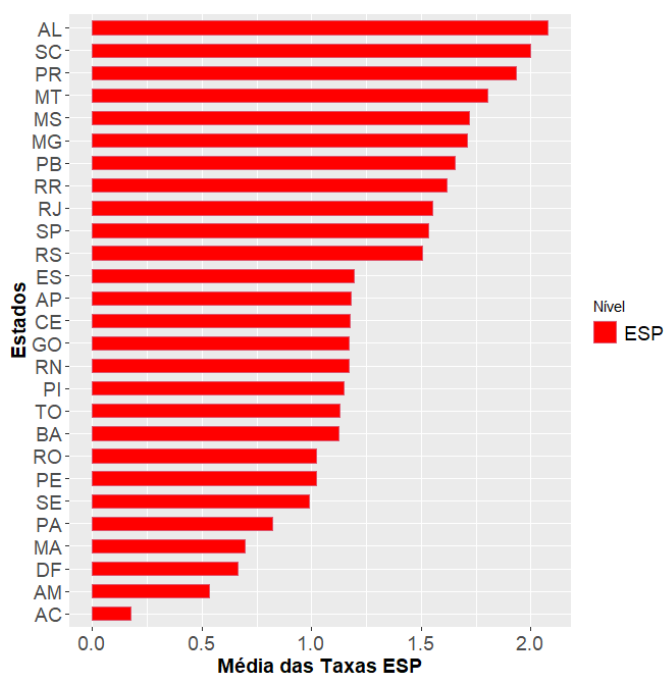
**Figura B.7** Gráfico da evolução temporal da Taxa de educadores físicos por Nível de Atenção à Saúde.



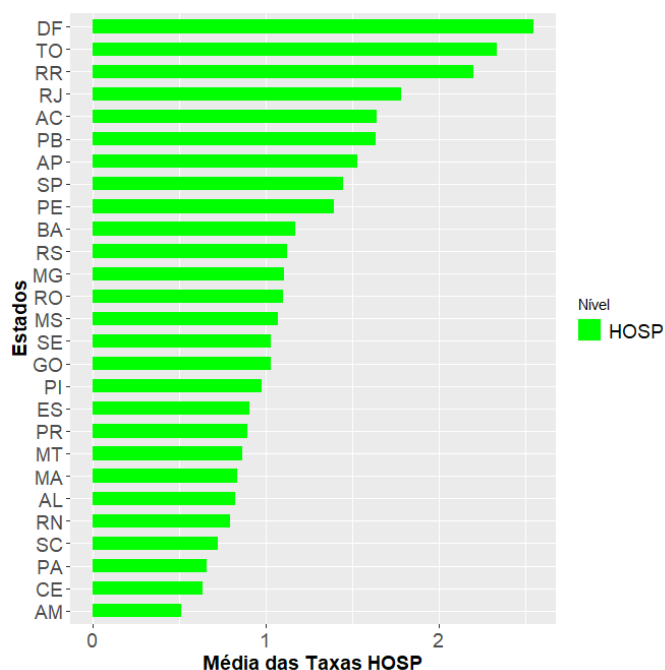
**Figura B.8** Gráfico da evolução temporal da Taxa de terapeutas ocupacionais por Nível de Atenção à Saúde.



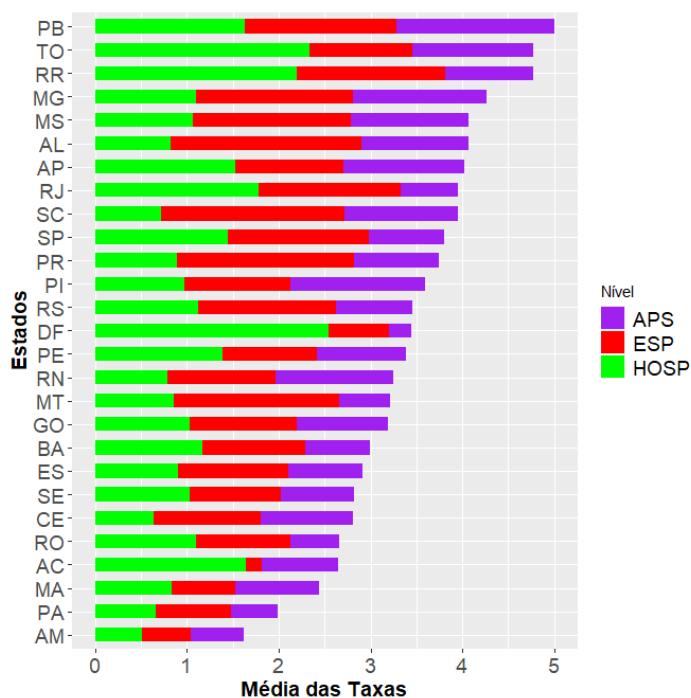
**Figura B.9** Gráfico de barras para o valor médio da taxa de todos os reabilitadores por Unidades da Federação no nível APS.



**Figura B.10** Gráfico de barras para o valor médio da taxa de todos os reabilitadores por Unidades da Federação no nível ESP.

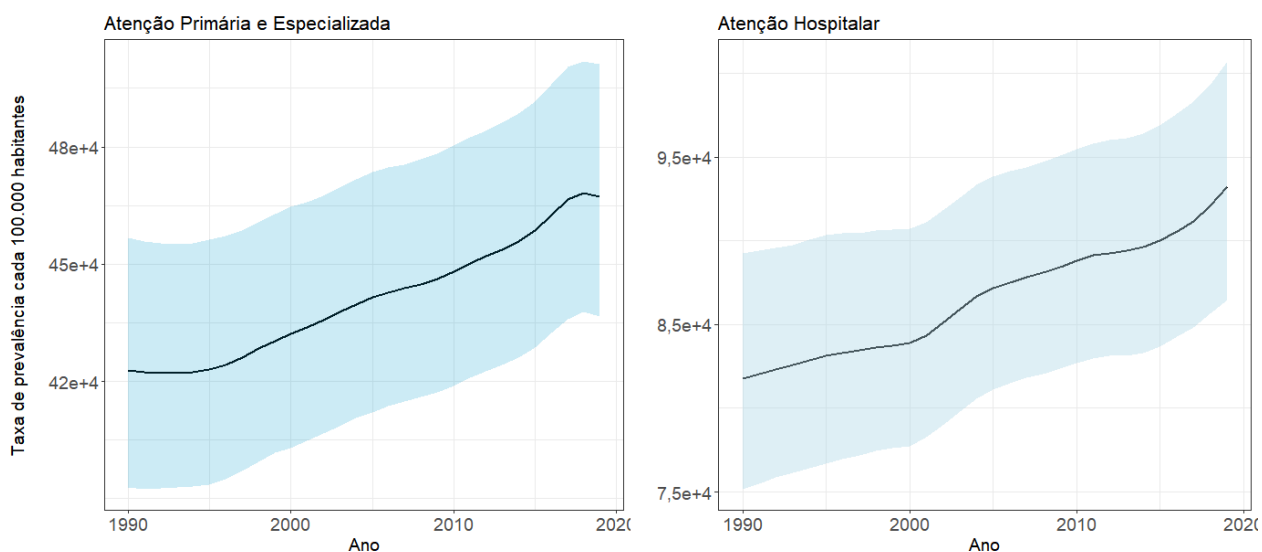


**Figura B.11** Gráfico de barras para o valor médio da taxa de todos os reabilitadores por Unidades da Federação no nível HOSP.

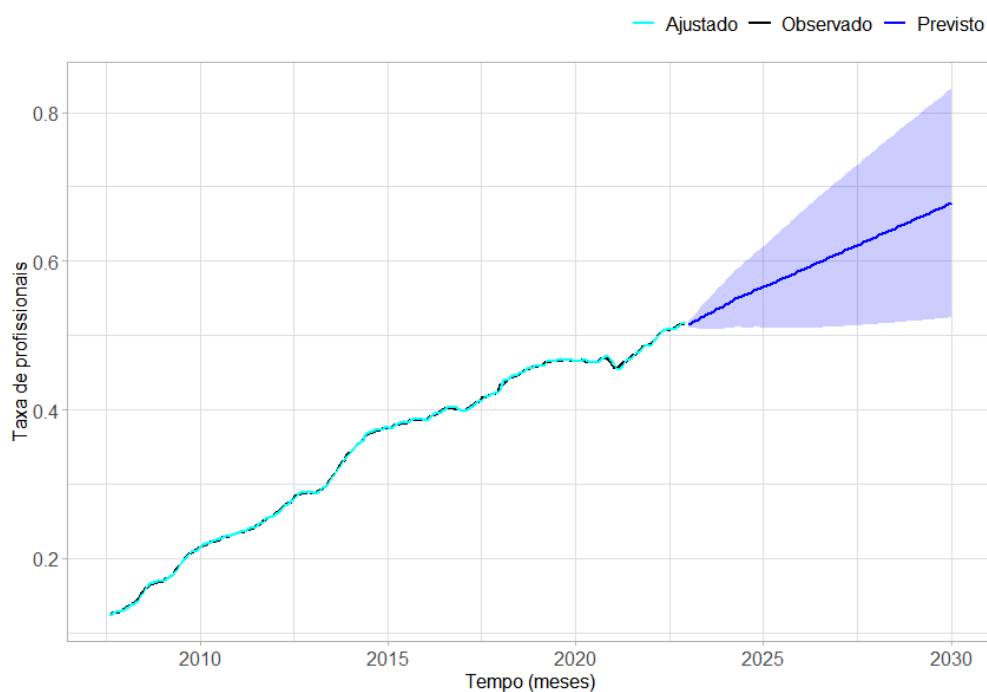


**Figura B.12** Gráfico de barras para o valor médio das taxas de todos os reabilitadores por Unidades da Federação e Nível de atenção à saúde.

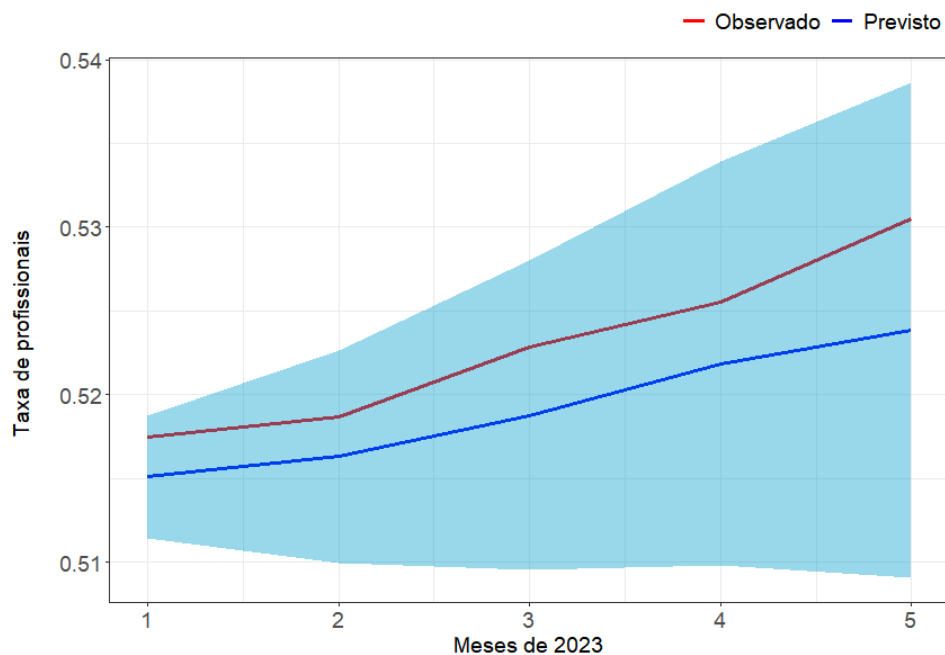




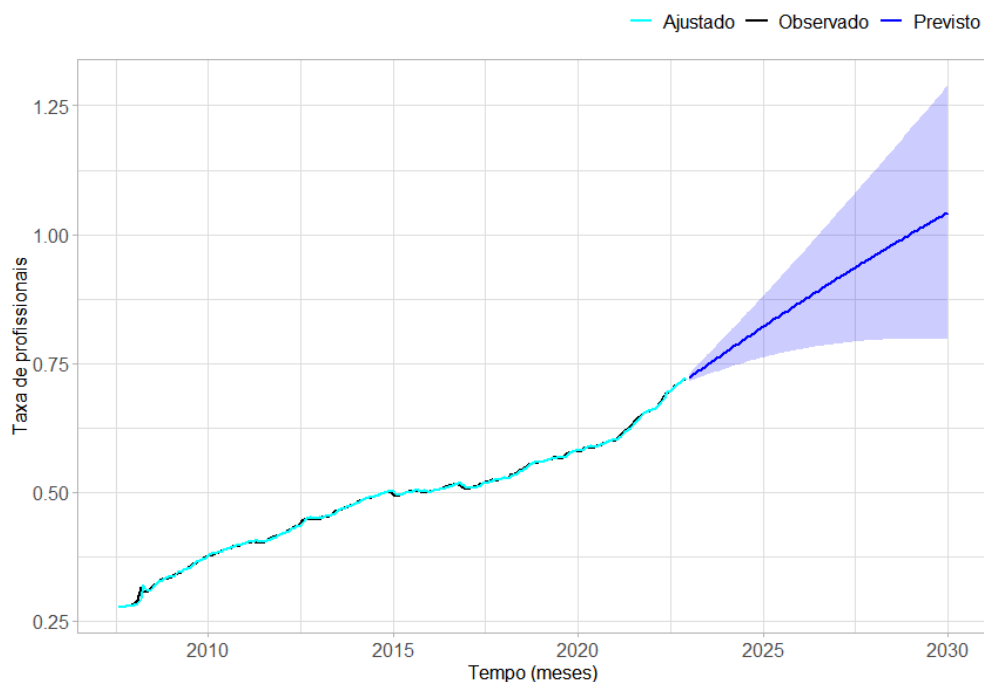
**Figura B.13** Gráfico de evolução temporal das Taxas de doenças e lesões filtradas por APS e ESP e por HOSP.



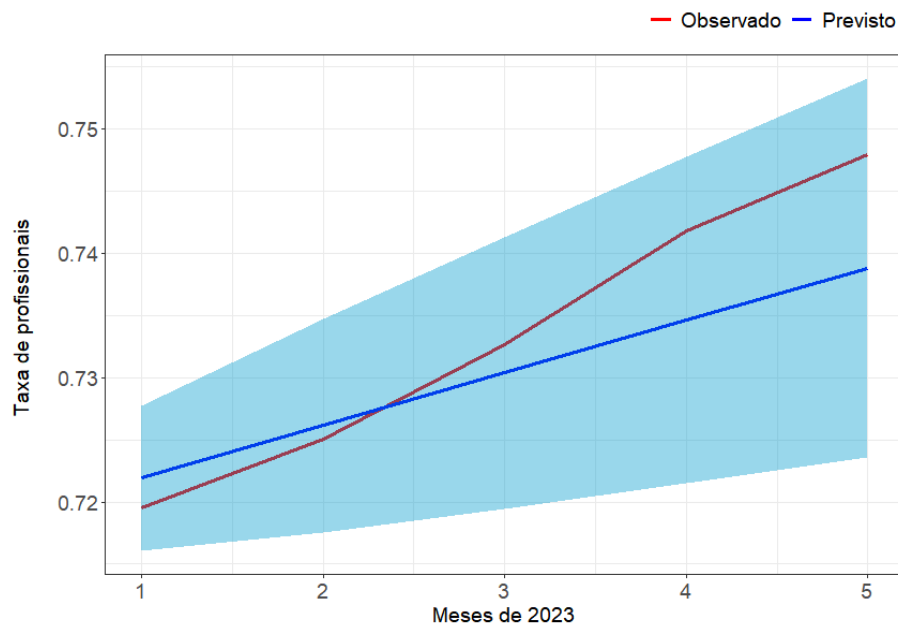
**Figura B.14** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de fisioterapeutas no nível APS.



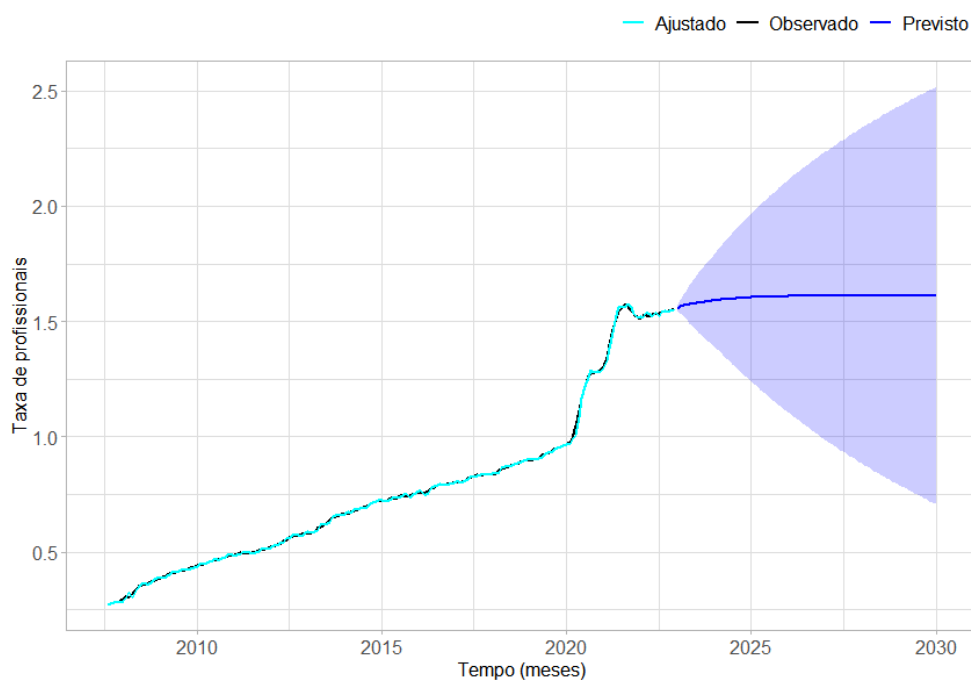
**Figura B.15** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de fisioterapeutas no nível APS.



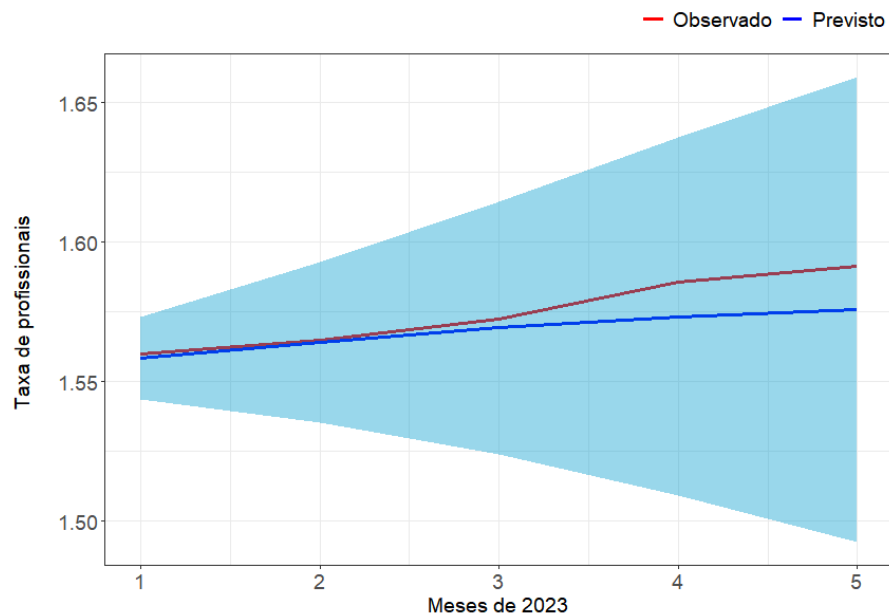
**Figura B.16** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de fisioterapeutas no nível ESP.



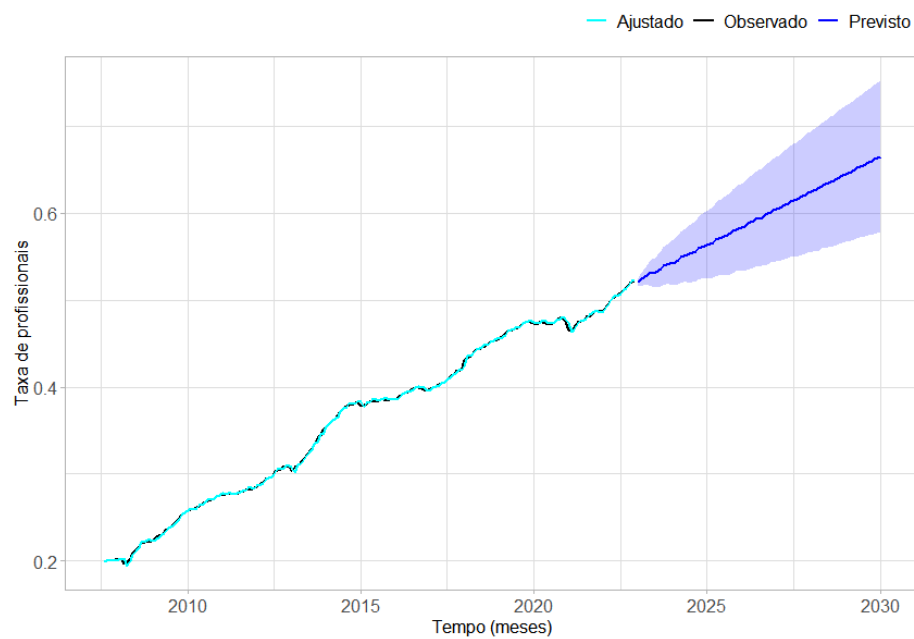
**Figura B.17** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de fisioterapeutas no nível ESP.



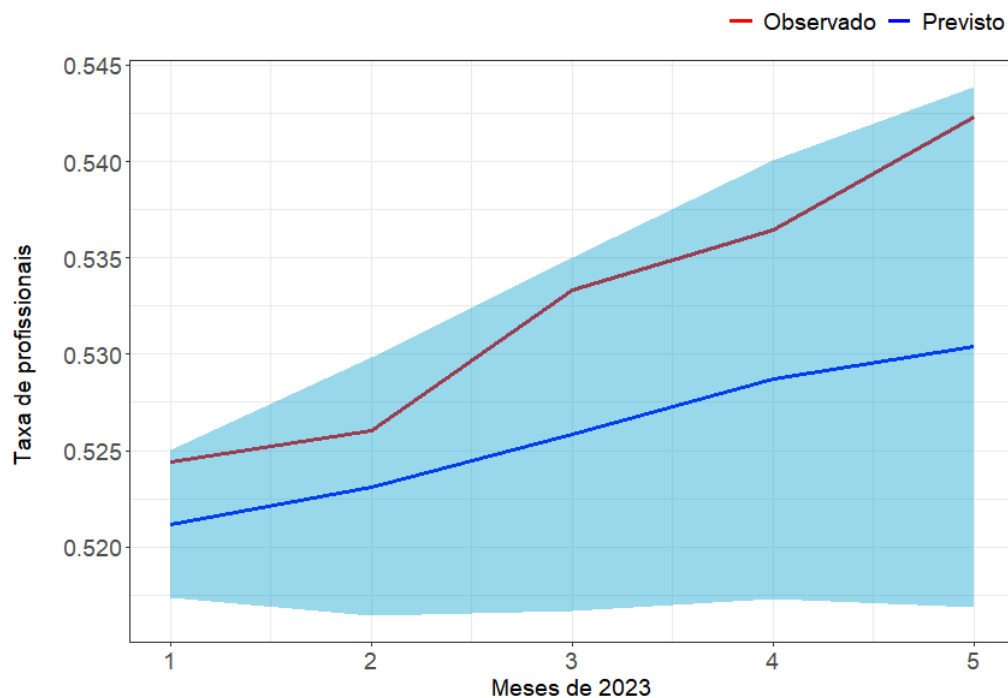
**Figura B.18** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de fisioterapeutas no nível HOSP.



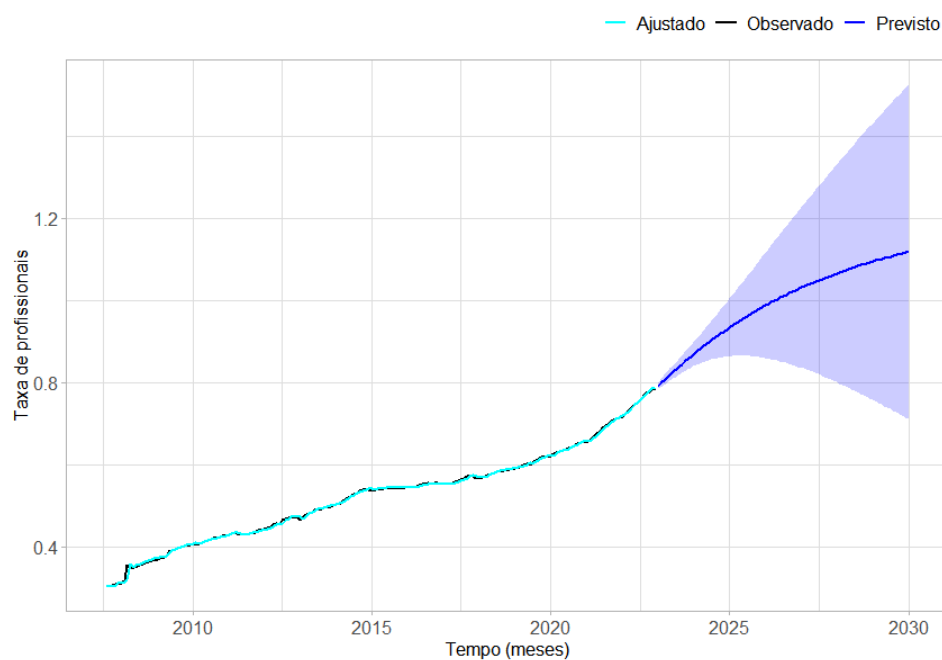
**Figura B.19** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de fisioterapeutas no nível HOSP.



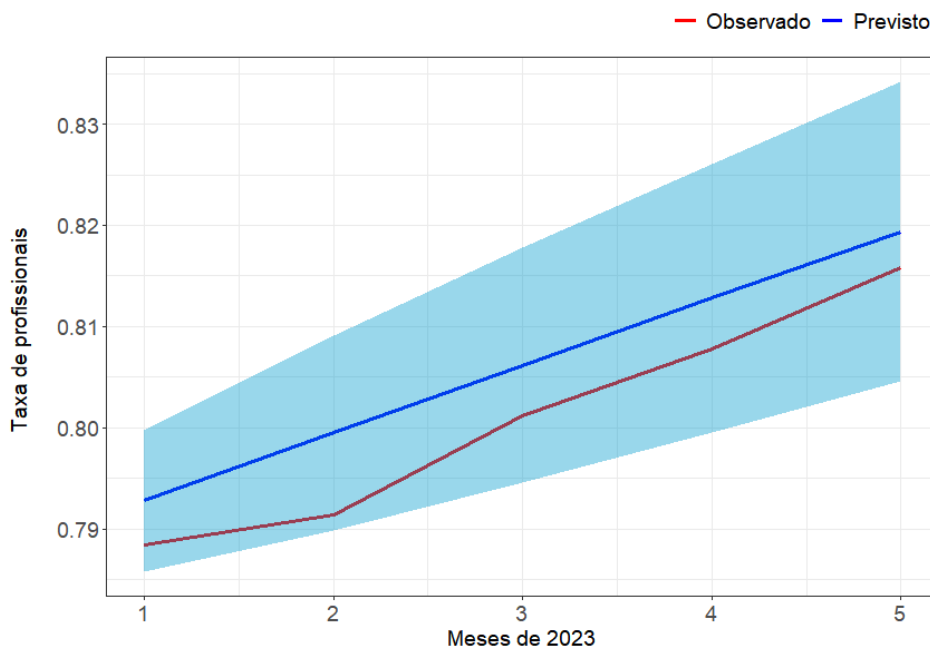
**Figura B.20** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de psicólogos no nível APS.



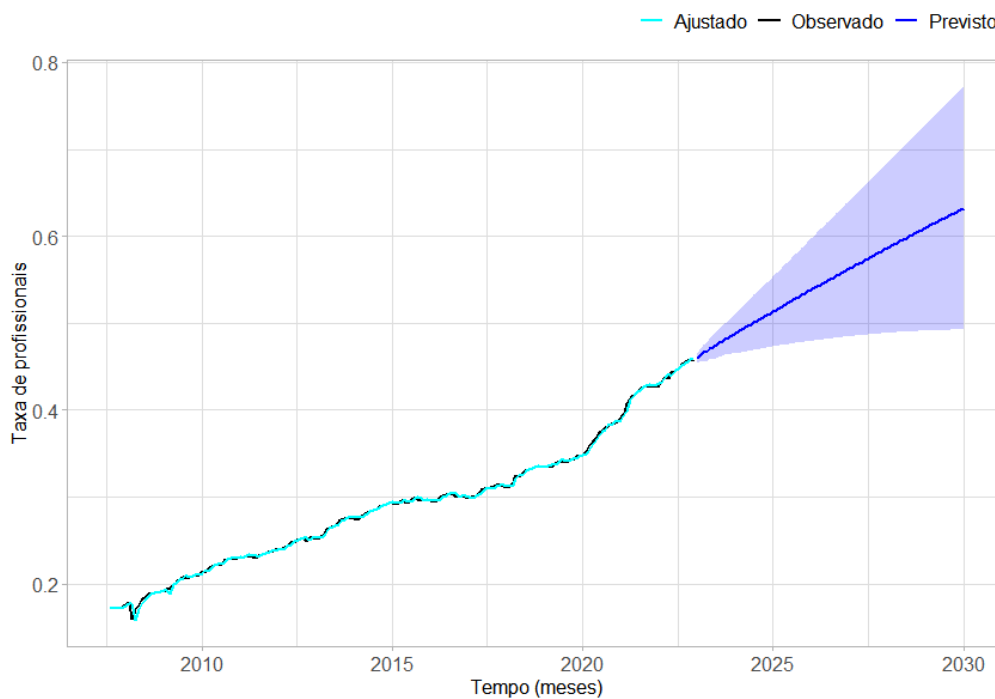
**Figura B.21** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de psicólogos no nível APS.



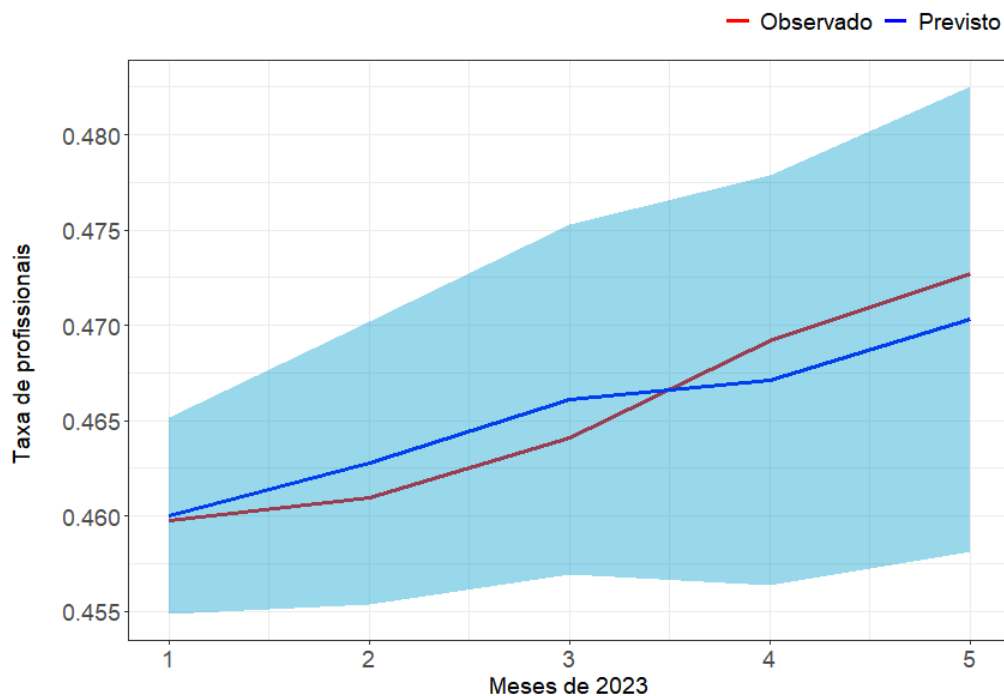
**Figura B.22** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de psicólogos no nível ESP.



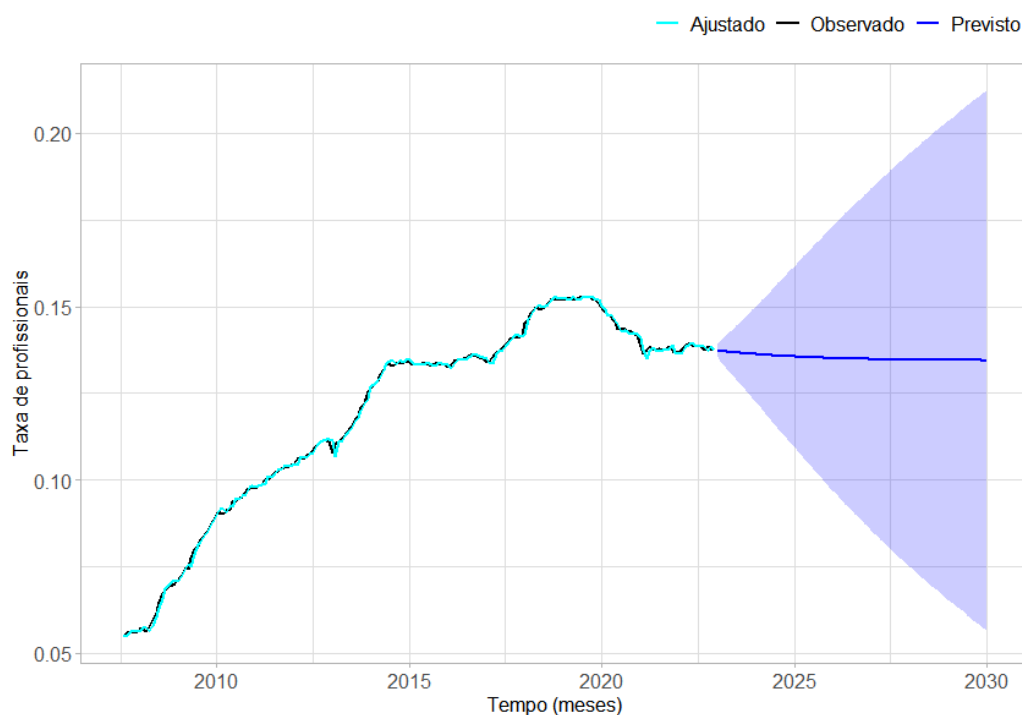
**Figura B.23** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de psicólogos no nível ESP.



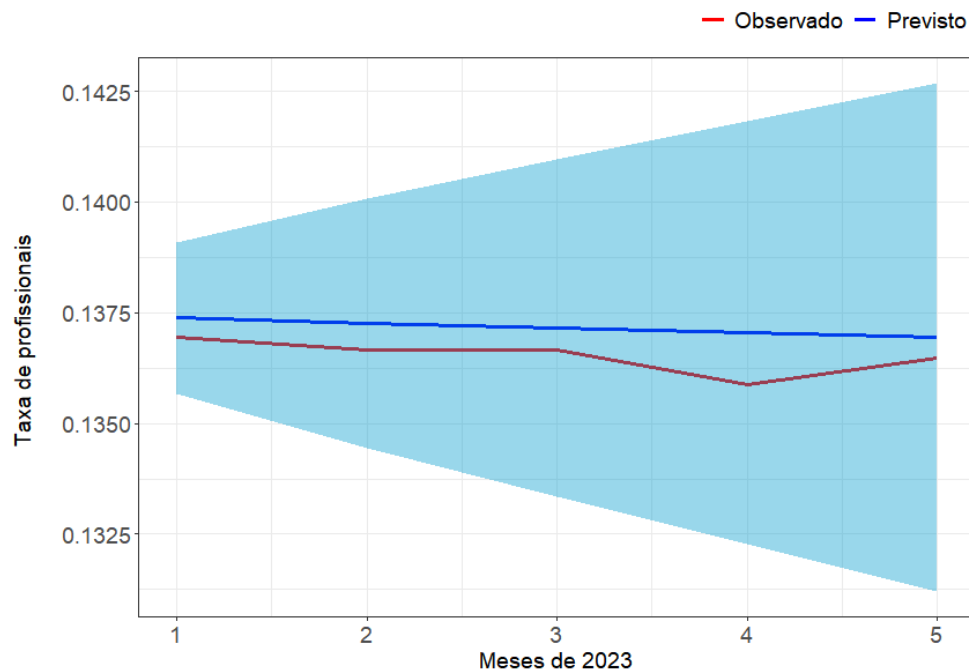
**Figura B.24** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de psicólogos no nível HOSP.



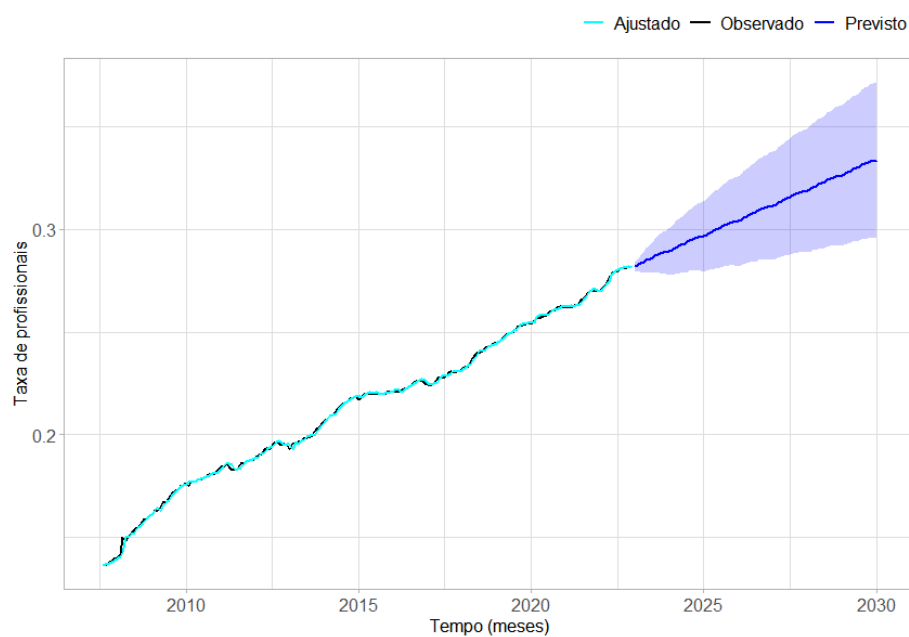
**Figura B.25** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de psicólogos no nível HOSP.



**Figura B.26** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de fonoaudiólogos no nível APS.

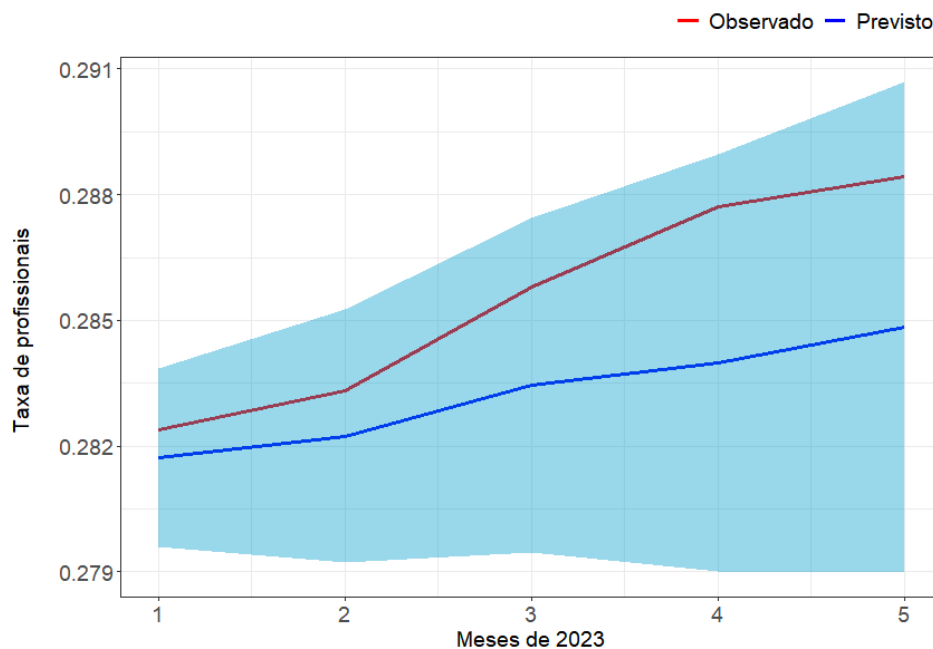


**Figura B.27** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de fonoaudiólogos no nível APS.

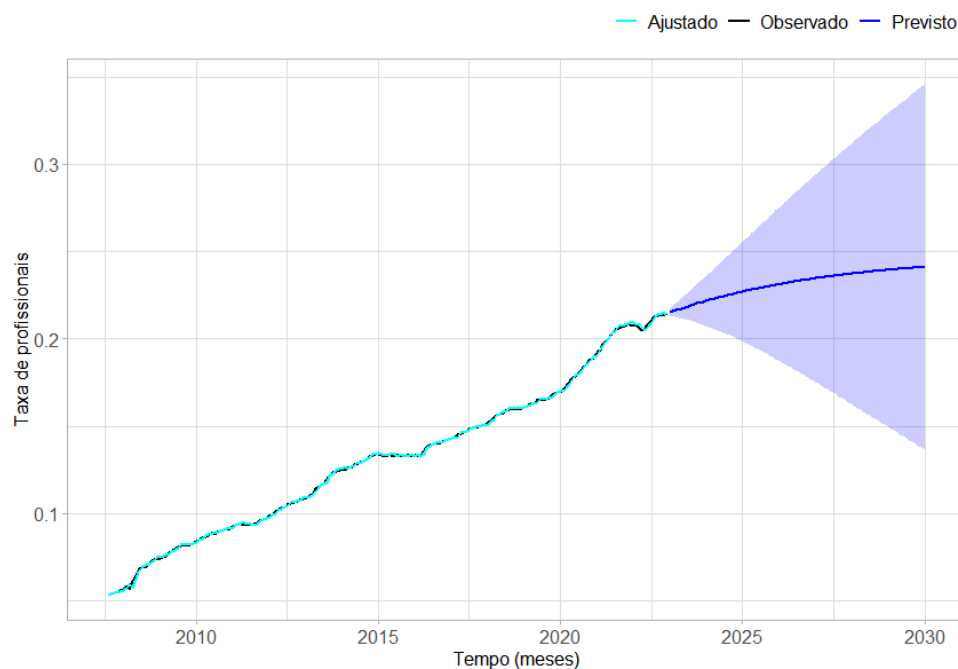


**Figura B.28** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de fonoaudiólogos no nível ESP.

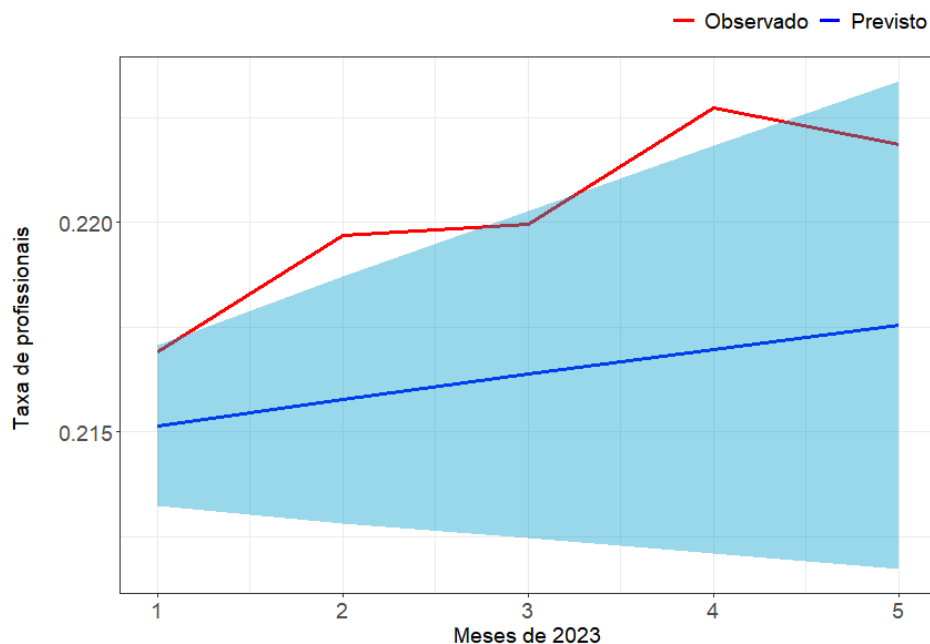




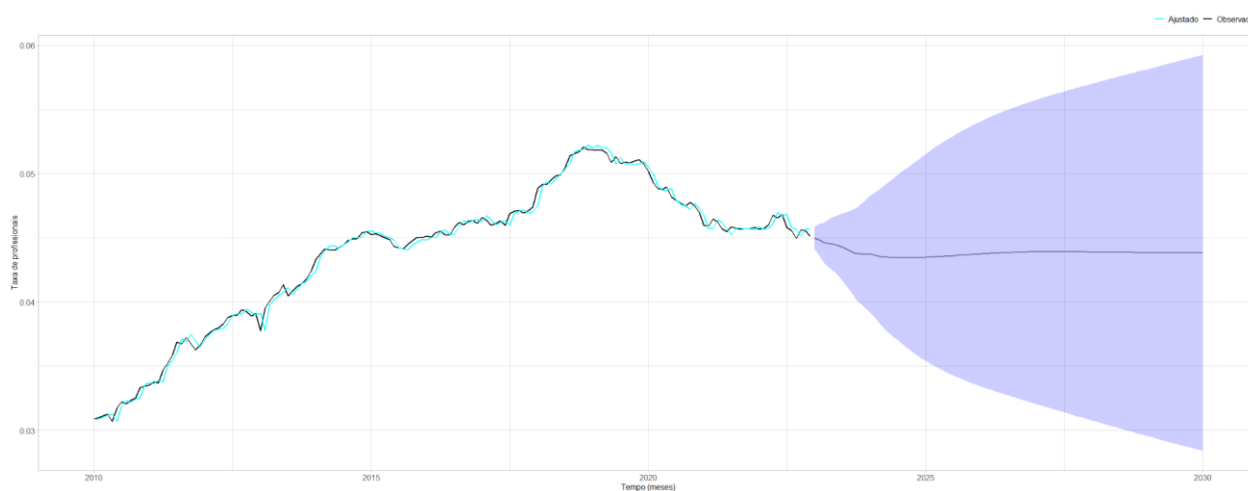
**Figura B.29** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de fonoaudiólogos no nível ESP.



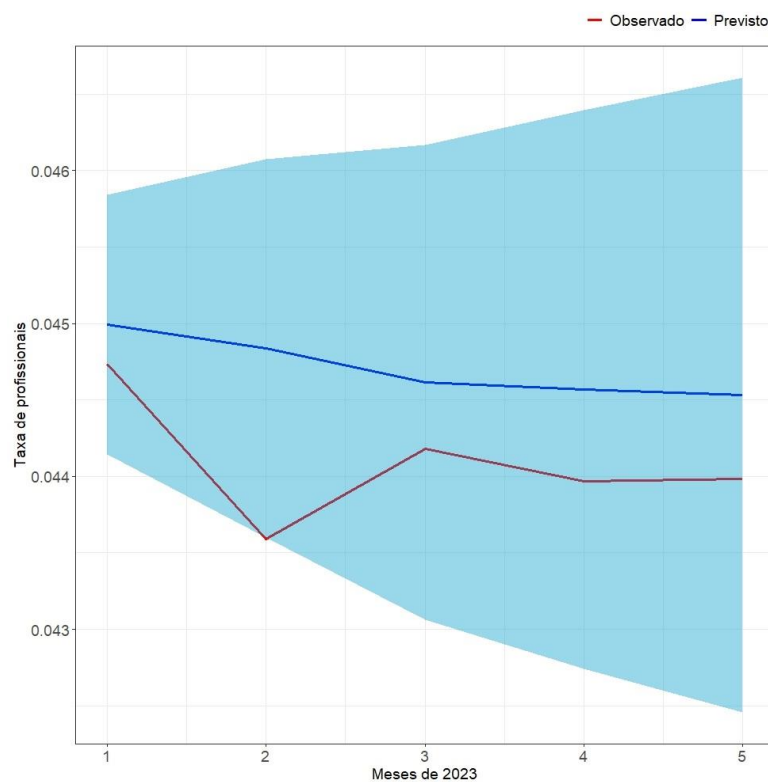
**Figura B.30** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de fonoaudiólogos no nível HOSP.



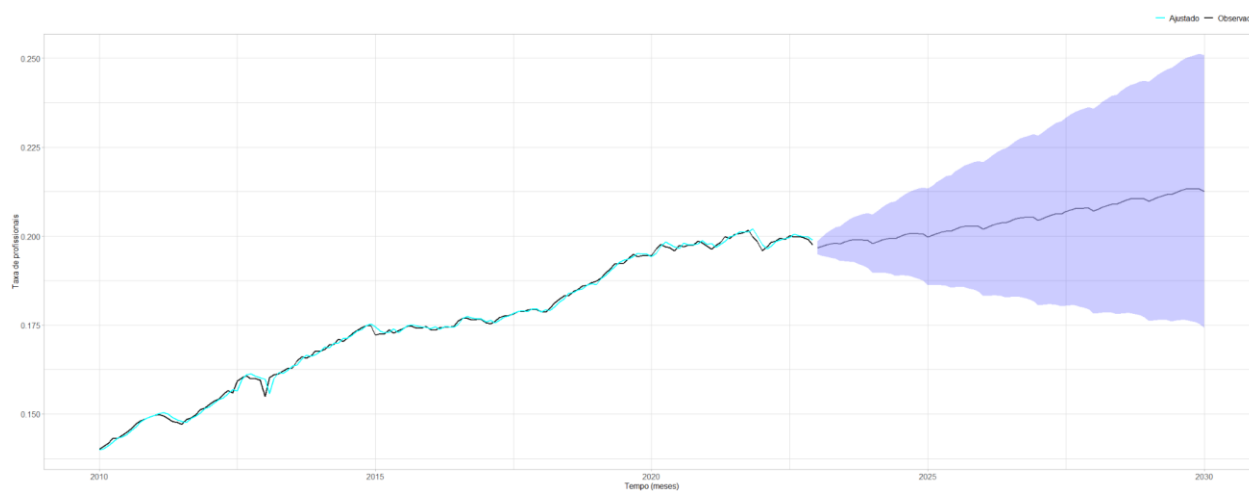
**Figura B.31** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de fonoaudiólogos no nível HOSP.



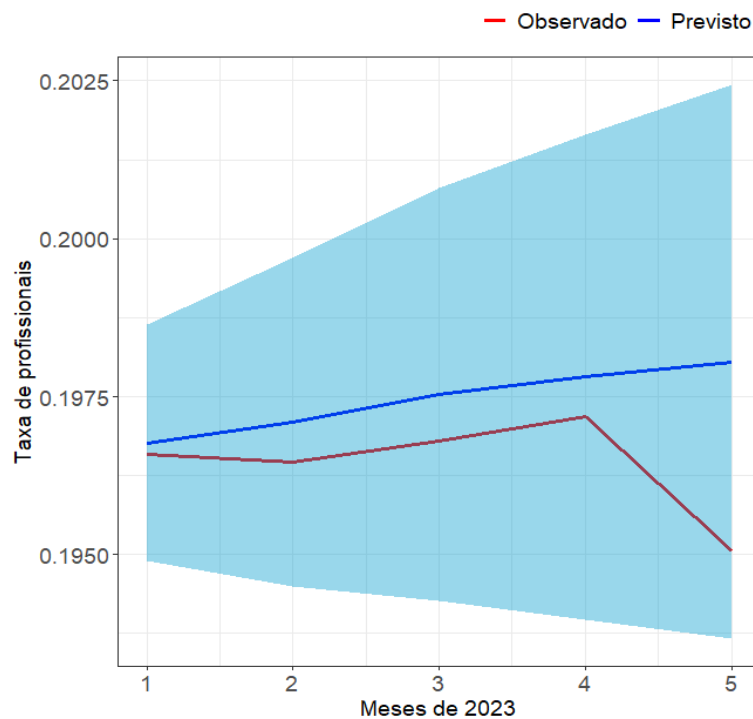
**Figura B.32** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de Terapeutas Ocupacionais no nível APS.



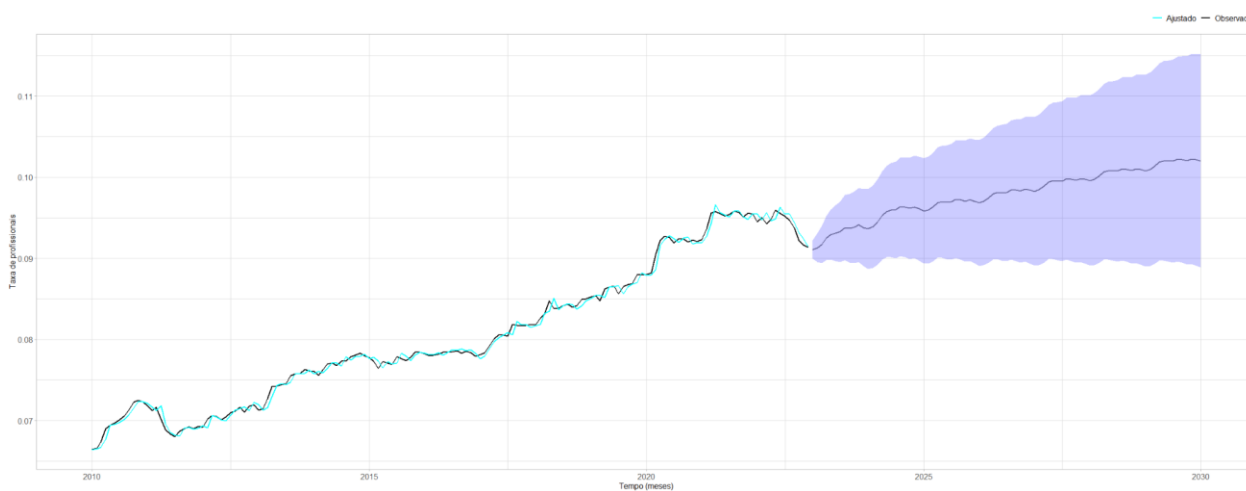
**Figura B.33** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de terapeutas ocupacionais no nível APS.



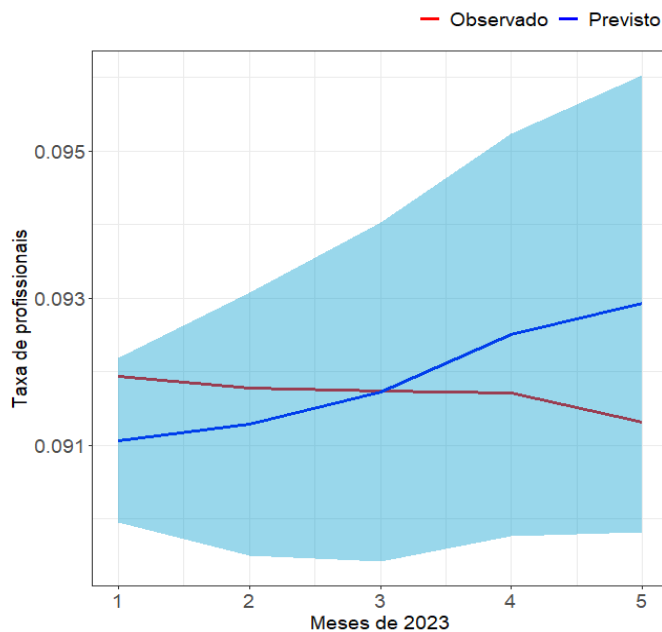
**Figura B.34** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de Terapeutas Ocupacionais no nível ESP.



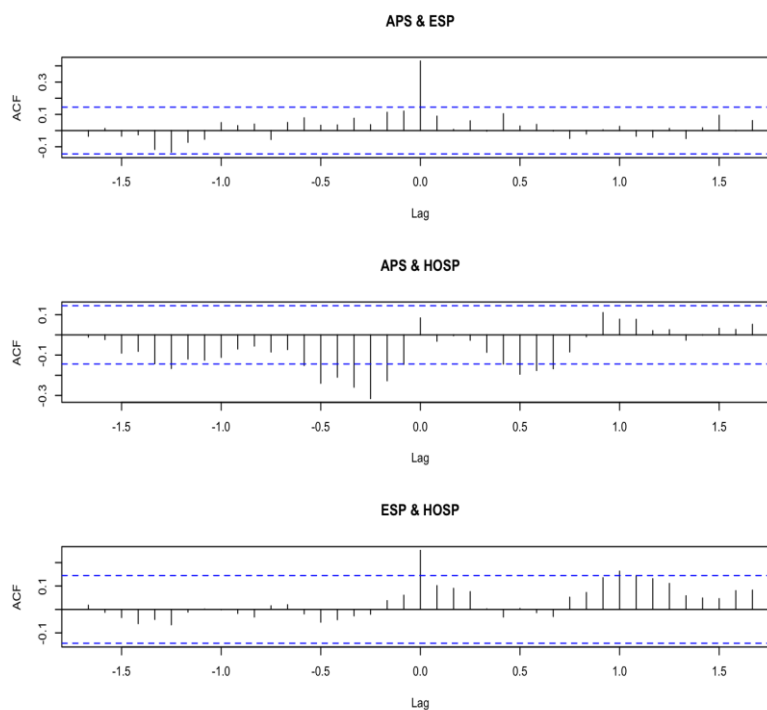
**Figura B.35** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de terapeutas ocupacionais no nível ESP.



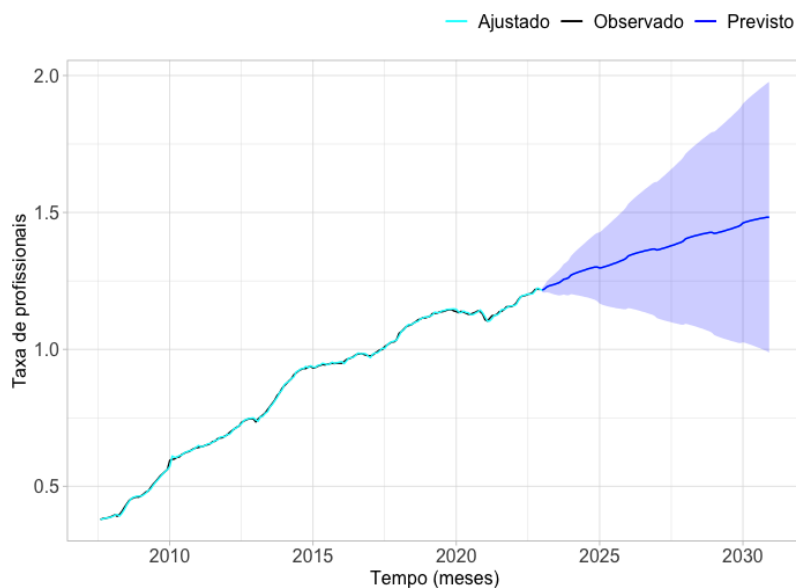
**Figura B.36** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de Terapeutas Ocupacionais no nível HOSP.



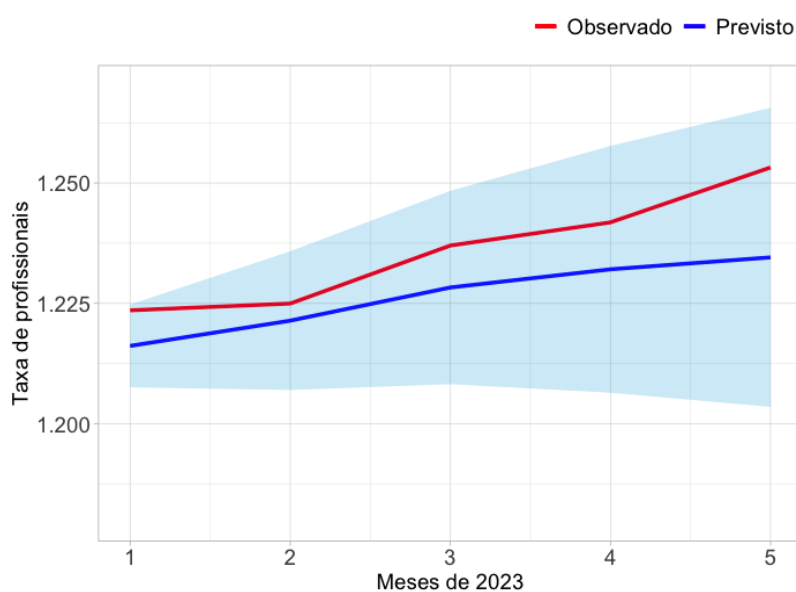
**Figura B.37** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de terapeutas ocupacionais no nível HOSP.



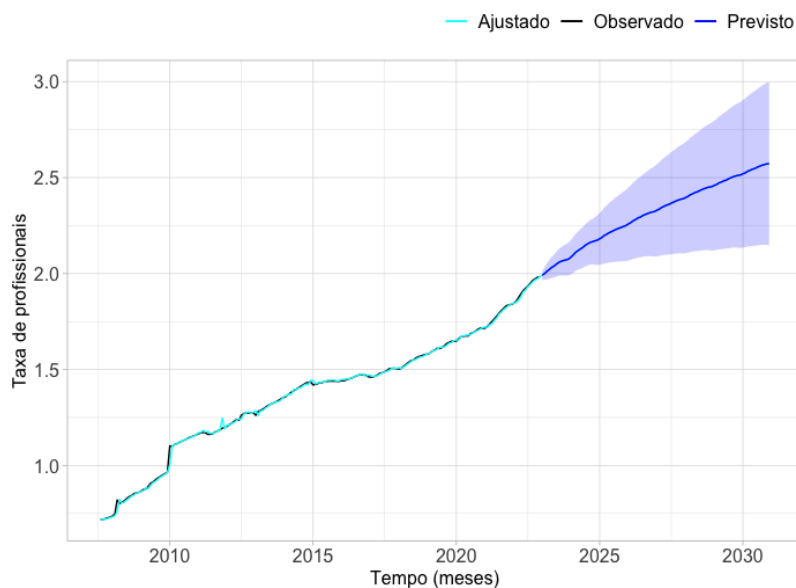
**Figura B.38** Gráficos de correlação cruzada entre as séries das Taxas de profissionais nos níveis APS, ESP e HOSP.



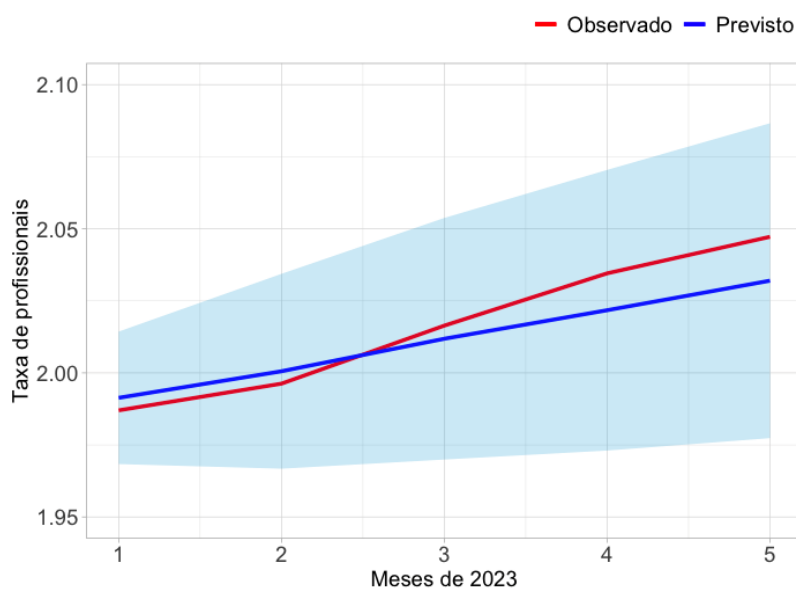
**Figura B.39** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de profissionais no nível APS.



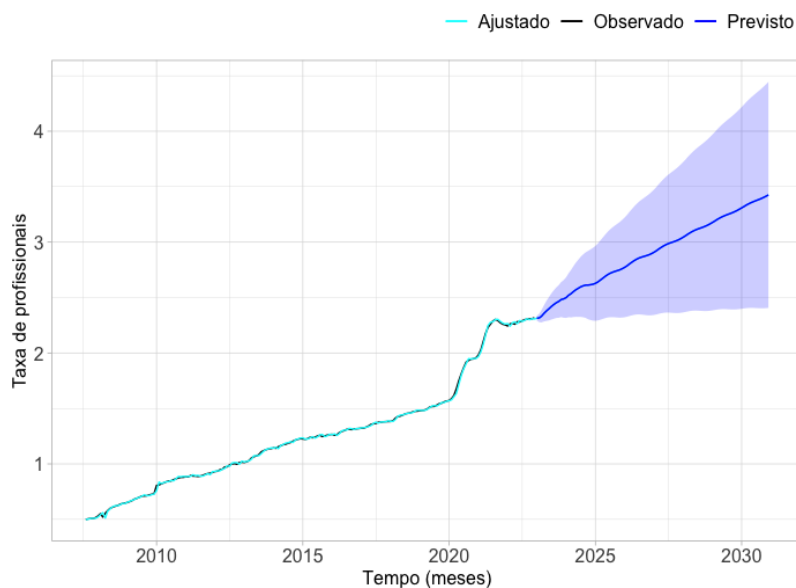
**Figura B.40** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de profissionais no nível APS.



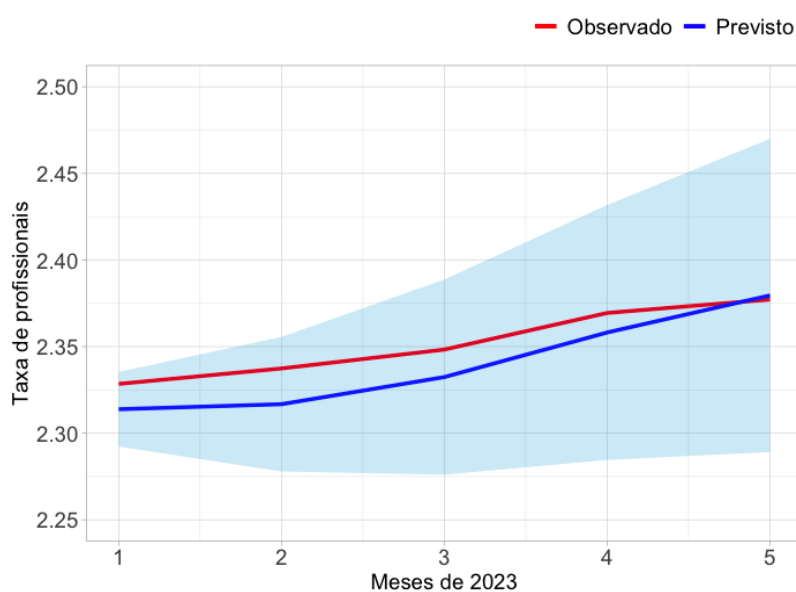
**Figura B.41** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de profissionais no nível ESP.



**Figura B.42** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de profissionais no nível ESP.

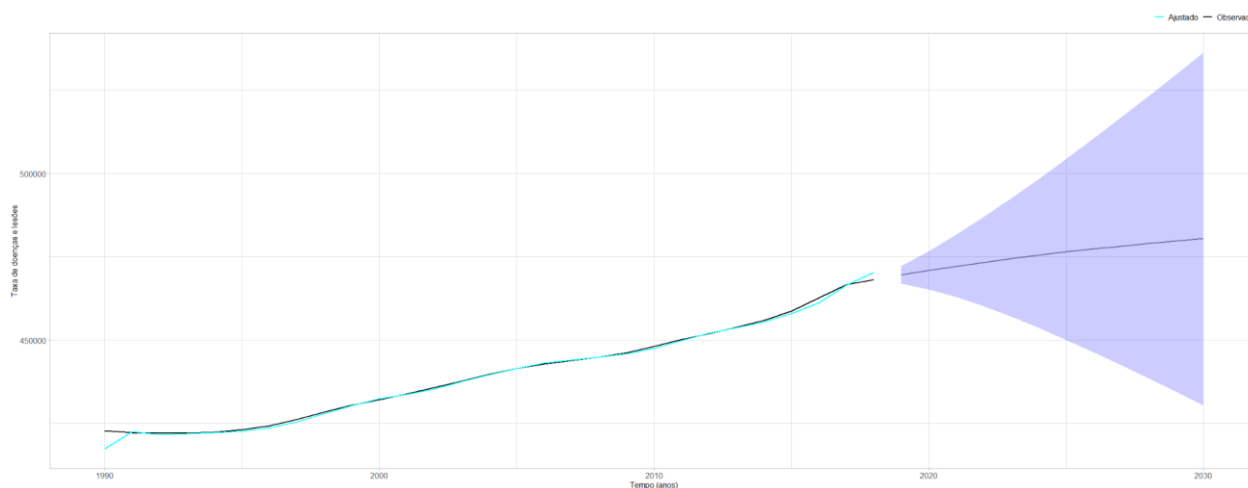


**Figura B.43** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de profissionais no nível HOSP.

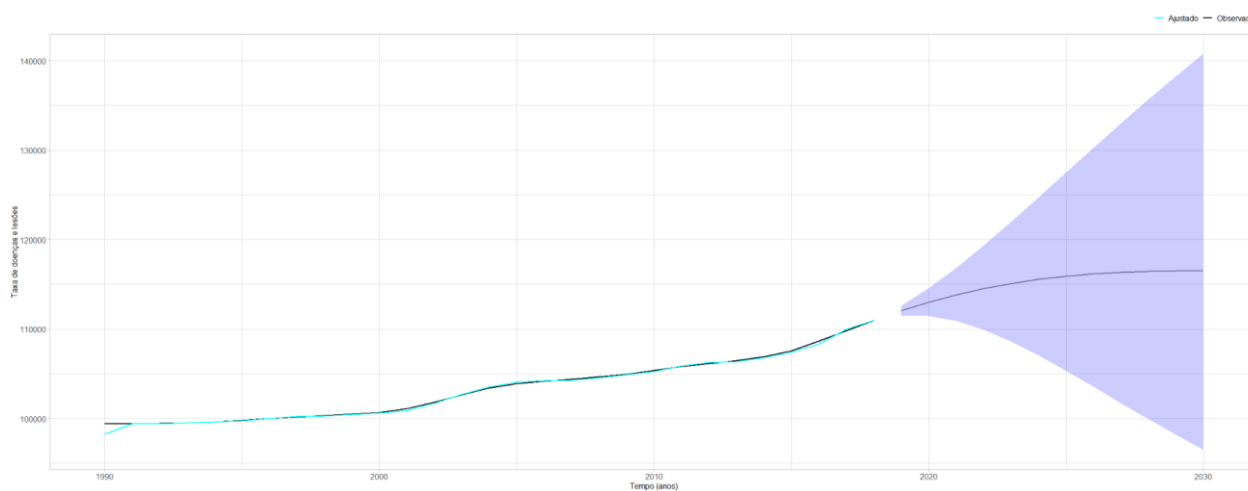


**Figura B.44** Gráfico das séries observada e prevista para os cinco primeiros meses de 2023 da Taxa de profissionais no nível HOSP.

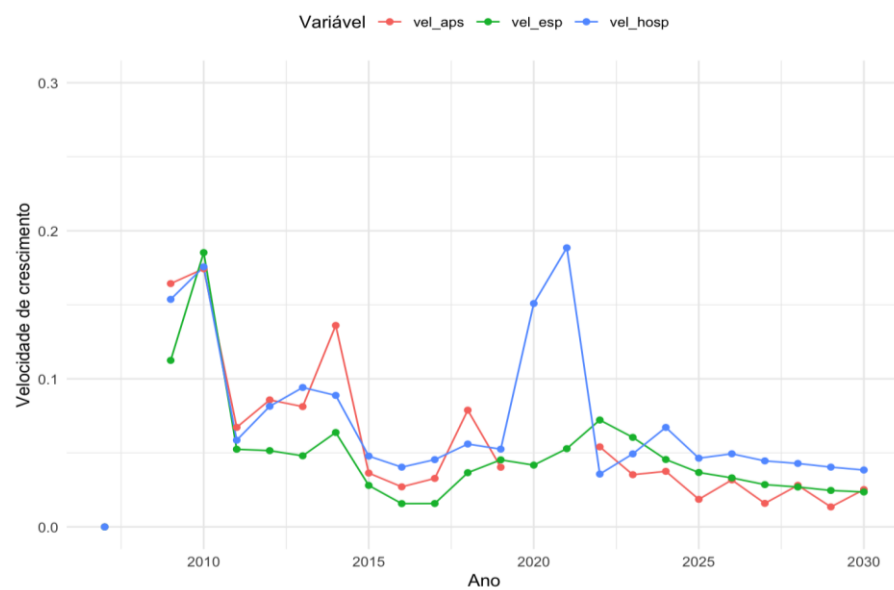




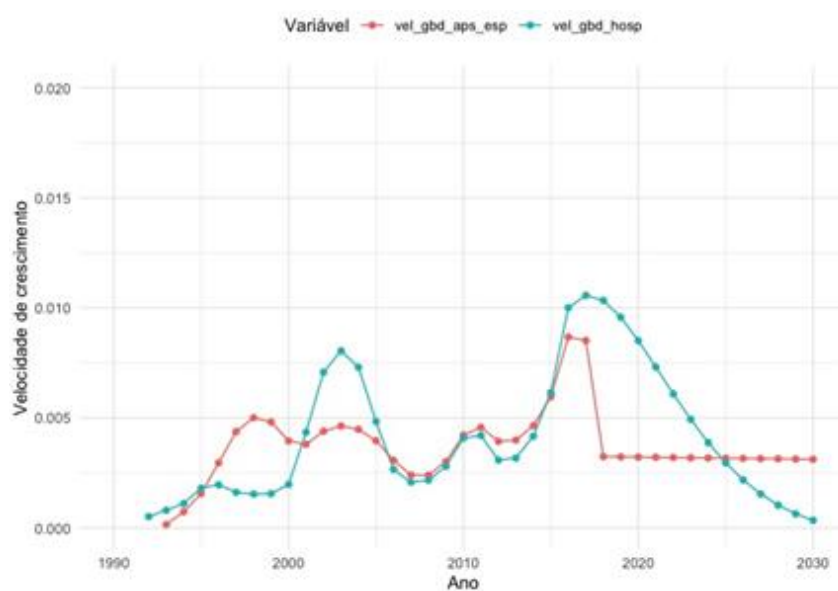
**Figura B.45** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de doenças e lesões filtradas para o nível APS e ESP.



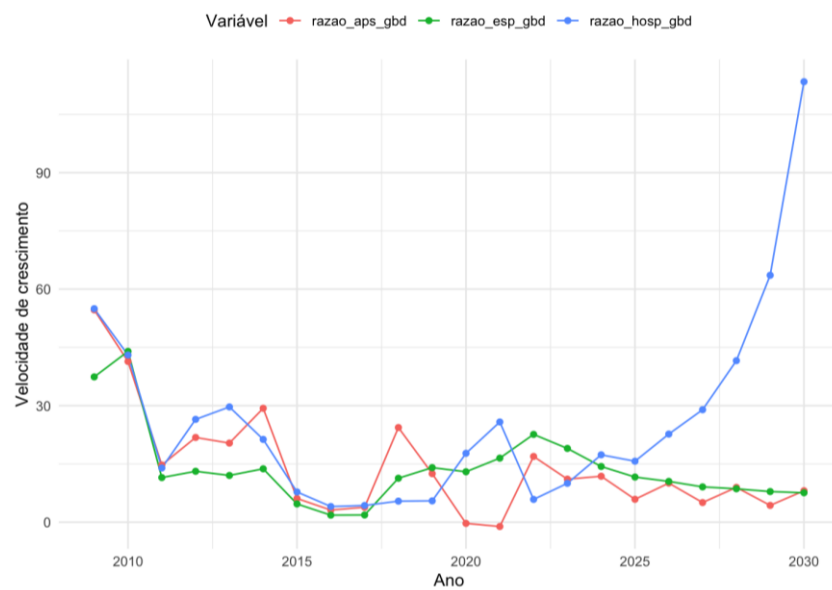
**Figura B.46** Gráfico das séries observada, ajustada e prevista até 2030 da Taxa de doenças e lesões filtradas para o nível HOSP.



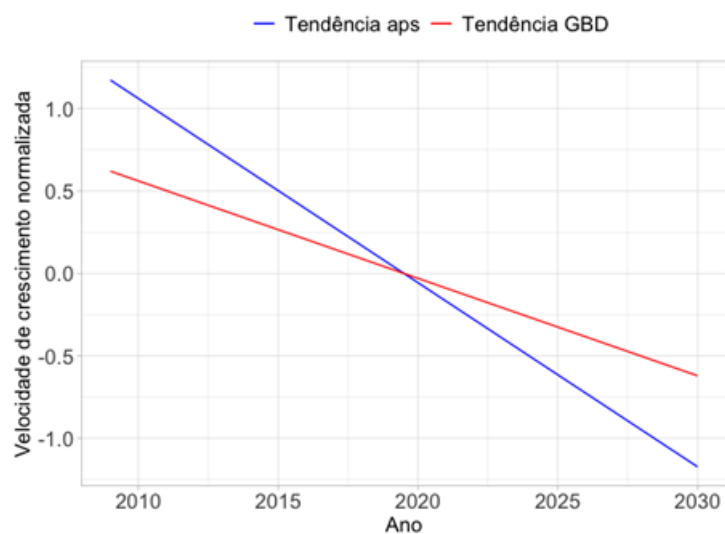
**Figura B.47** Velocidades de crescimento profissionais APS, ESP e HOSP.



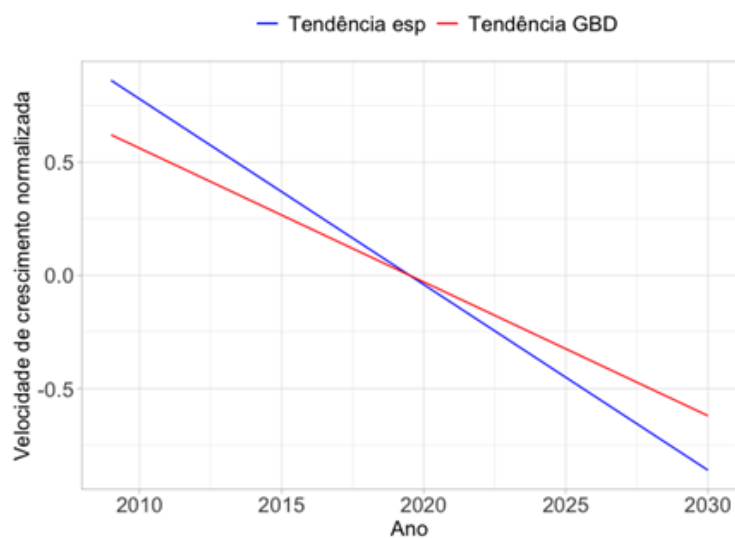
**Figura B.48** Velocidades de crescimento GBD.



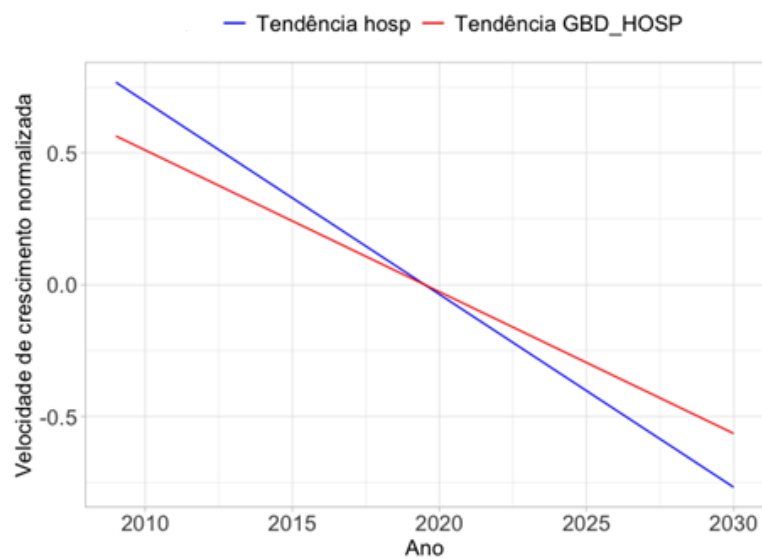
**Figura B.49** Razões pontuais de crescimento entre profissionais, doenças e lesões (GBD).



**Figura B.50** Tendência das velocidades de crescimento APS e GBD.



**Figura B.51** Comparativo da tendência das velocidades de crescimento ESP e GBD.



**Figura B.52** Tendência das velocidades de crescimento HOSP e GBD HOSP.

# **APÊNDICE C**

## **Modelos**

**Modelo C.1** Modelo Fisioterapeutas APS: SARIMA(2,1,3)(0,0,2)[12] completo.

$$Y_t = 2.6771Y_{t-1} - 2.3543Y_{t-2} + 0.6772Y_{t-3} + a_t + 1.2631a_{t-1} \\ - 0.4055a_{t-2} + 0.1365a_{t-3} - 0.1931a_{t-12} - 0.2439a_{t-13} + \\ 0.07834a_{t-14} - 0.0264a_{t-15} - 0.2278a_{t-24} - 0.0556a_{t-25} \\ + 0.0178a_{t-26} - 0.0060a_{t-27}$$

**Modelo C.2** Modelo Fisioterapeutas ESP: ARIMA(1,1,1) completo.

$$Y_t = 1.9975Y_{t-1} - 0.9975Y_{t-2} + a_t + 0.9156a_{t-1}$$

**Modelo C.3** Modelo Fisioterapeutas HOSP: ARIMA(6,1,1) incompleto.

$$Y_t = 2.0326Y_{t-1} - 1.0326Y_{t-2} - 0.2314Y_{t-4} + 0.0199Y_{t-5} \\ + 0.5358Y_{t-6} - 0.3243Y_{t-6} + a_t + 0.35846a_{t-1}$$

**Modelo C.4** Modelo Psicólogos APS: SARIMA(7,1,10)(1,0,1)[12] incompleto.

$$Y_t = 1.4262Y_{t-1} - 0.6816Y_{t-2} - 0.0633Y_{t-3} + 0.4840Y_{t-4} \\ - 0.2076Y_{t-5} + 0.2533Y_{t-6} - 0.0300Y_{t-7} - 0.3076Y_{t-8} \\ + 0.0790Y_{t-9} - 0.1127Y_{t-13} + 0.0538Y_{t-14} + 0.0050Y_{t-15} \\ + 0.0383Y_{t-16} - 0.0164Y_{t-17} + 0.0200Y_{t-18} - 0.0024Y_{t-19} \\ + 0.0243Y_{t-20} + a_t - 0.2714a_{t-2} - 0.3368a_{t-3} + 0.0937a_{t-4} \\ + 0.1562a_{t-5} + 0.4125a_{t-6} + 0.3300a_{t-7} + 0.3362a_{t-8} \\ + 0.0962a_{t-9} + 0.1644a_{t-10} - 0.0084a_{t-12} - 0.0023a_{t-14} \\ - 0.0028a_{t-15} + 0.0008a_{t-16} + 0.0013a_{t-17} + 0.0035a_{t-18} \\ + 0.0028a_{t-19} + 0.0028a_{t-20} + 0.0008a_{t-21} + 0.0014a_{t-22}$$

**Modelo C.5** Modelo Psicólogos ESP: ARIMA(2,1,2) completo.

$$Y_t = 2.8813Y_{t-1} - 2.7643Y_{t-2} + 0.8830Y_{t-3} + a_t \\ + 1.9344a_{t-1} - 0.9581a_{t-2}$$

**Modelo C.6** Modelo Psicólogos HOSP: SARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12] completo.

$$Y_t = 1.9980Y_{t-1} - 0.9980Y_{t-2} + 0.2938Y_{t-12} - 0.5870Y_{t-13} \\ + 0.2932Y_{t-14} + a_t - 0.3584a_{t-1}$$

**Modelo C.7** Modelo Fonoaudiólogos APS: ARIMA(2,1,1) completo.

$$Y_t = 2.0911Y_{t-1} - 1.2150Y_{t-2} + 0.1239Y_{t-3} + a_t + 0.7944a_{t-1}$$

**Modelo C.8** Modelo Fonoaudiólogos ESP: SARIMA(3,1,0)(1,0,1)[12] completo.

$$Y_t = Y_{t-1} + 0.2249Y_{t-2} - 0.0578Y_{t-3} - 0.1671Y_{t-4} \\ + 0.9943Y_{t-12} - 0.9943Y_{t-13} + 0.2236Y_{t-14} - 0.0575Y_{t-15} \\ - 0.1661Y_{t-16} + a_t + 0.9421a_{t-12}$$

**Modelo C.9** Modelo Fonoaudiólogos HOSP: ARIMA(1,1,1) completo.

$$Y_t = 1.9811Y_{t-1} - 0.9811Y_{t-2} + a_t + 0.8099a_{t-1}$$

**Modelo C.10** Modelo Terapeutas ocupacionais APS: ARIMA(16,1,1) incompleto.

$$Y_t = 1.734Y_{t-1} - 0.7345Y_{t-2} + 0.1912Y_{t-6} - 0.1912Y_{t-7} \\ - 0.0914Y_{t-16} + 0.0914Y_{t-17} + a_t - 0.6751a_{t-1}$$

**Modelo C.11** Modelo Terapeutas ocupacionais ESP: SARIMA(2,1,2)(1,0,1)[12] incompleto.

$$Y_t = 1.3786Y_{t-1} + 0.1872Y_{t-2} - 0.5658Y_{t-3} - 0.9455Y_{t-12} \\ + 1.3055Y_{t-13} + 0.177Y_{t-14} - 0.5350Y_{t-15} + \epsilon$$

**Modelo C.12** Modelo Terapeutas ocupacionais HOSP: SARIMA(19,1,0)(1,0,1)[12] incompleto.

$$Y_t = 1.2388Y_{t-1} + 0.2388Y_{t-2} - 0.1415Y_{t-8} + 0.1415Y_{t-9} \\ + 0.9727Y_{t-12} - 1.2049Y_{t-13} + 0.2322Y_{t-14} - 0.2061Y_{t-19} \\ + 0.3476Y_{t-20} - 0.1415Y_{t-21} + 0.2005Y_{t-31} - 0.2005Y_{t-32} \\ + a_t + 0.8656a_{t-12}$$

**Modelo C.13** Modelo APS: SARIMA(14,1,14)(1,0,2)[12] incompleto.

$$Y_t = 1.8128 \cdot Y_{t-1} - 0.8128 \cdot Y_{t-2} \\ + 0.9915 \cdot Y_{t-12} + 0.1856 \cdot Y_{t-13} \\ - 0.0107 \cdot Y_{t-14} + 0.1749 \cdot Y_{t-15} \\ + 0.1734 \cdot Y_{t-26} + 0.1734 \cdot Y_{t-27} + \epsilon$$

**Modelo C.14** Modelo ESP: SARIMA(22,1,1)(1,0,1)[12] incompleto.

$$Y_t = Y_{t-1} + 0.988 \cdot Y_{t-12} \\ - 0.988 \cdot Y_{t-13} + 0.4509 \cdot Y_{t-22} \\ - 0.4509 \cdot Y_{t-23} - 0.4454 \cdot Y_{t-34} \\ + 0.4454 \cdot Y_{t-35} + \epsilon$$

**Modelo C.15** Modelo HOSP: ARIMA(22,1,22) incompleto.

$$Y_{t+1} = 2.7828580 \cdot Y_t - 2.5657160 \cdot Y_{t-1} \\ + 0.7828580 \cdot Y_{t-2} - 0.2716024 \cdot Y_{t-5} \\ + 0.2716024 \cdot Y_{t-6} + 0.2380405 \cdot Y_{t-9} \\ - 0.4760810 \cdot Y_{t-10} + 0.2380405 \cdot Y_{t-11} \\ + 0.2202810 \cdot Y_{t-22} - 0.2202810 \cdot Y_{t-23} \\ + 0.1101405 \cdot Y_{t-24} + \epsilon$$

**Modelo C.16** Modelo GBD filtro APS e ESP: ARIMA(1,1,0) completo.

$$Y_t = (Y_{t-1})^{1,9355} \cdot (Y_{t-2})^{-0,9355} \cdot e^{a_t}$$



**Modelo C.17** Modelo GBD filtro HOSP: ARIMA(2,1,0) completo.

$$Y_t = (Y_{t-1})^{2,5950} \cdot (Y_{t-2})^{-2,2494} \cdot (Y_{t-3})^{0,6544} \cdot e^{a_t}$$